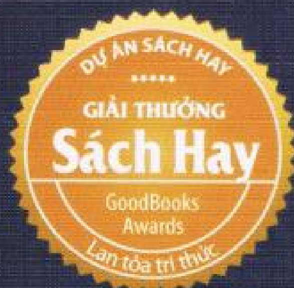


Tủ sách NHẤT NGHỆ TINH



CHUYÊN NGÀNH CƠ KHÍ

NHIỀU TÁC GIẢ
Lê Tùng Hiếu và nhóm dịch



NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

VÀI LỜI NGƯỜI CHIA SẼ

Gửi độc giả !

Lời đầu tiên thay mặt anh em trong Ekip xin được gửi lời cảm ơn chân thành đến quý bạn đọc đã luôn theo dõi , ủng hộ chúng tôi . Chúng tôi luôn nỗ lức để gửi đến cộng đồng các tài liệu hay và có tính tham khảo cao .

Cuốn sách mà các bạn sắp xem sau đây là một trong những cuốn sách HAY được biên tập và biên dịch từ nguồn sách của ĐỨC , đây thực sự là cuốn sách ĐÁNG ĐỌC nhất mà chúng tôi từng thấy .

Đặc biệt sách ra đời trong thời kỳ mà nền cơ khí đã phát triển trong một thời đại mới , do đó cập nhật nhiều thông tin mới, phù hợp với hiện tại . Với đặc điểm này , nó lại là lý do bạn nên đọc nó .

*Trong khuôn khổ cho phép, những gì mà chúng tôi chia sẽ sau đây, nó chỉ là một phần nhỏ , để bạn đọc tham khảo , và hơn ai hết chúng tôi biết rõ ,hiện tại sách mới được xuất bản nên chắc chắc **SẼ CÒN TÁI BẢN NHIỀU LẦN , và đặc biệt chúng tôi tôn trọng luật về bản quyền .***

*Chúng tôi thành tâm kêu gọi bạn đọc hãy bỏ chút ít kinh phí để mua bản cứng về đọc , **bởi lẽ việc BỎ CHÚT KINH PHÍ ĐỂ BÙ ĐẮP LẠI CÔNG SỨC CỦA NHÓM TÁC GIẢ CŨNG LÀ CHUYỆN NÊN LÀM , nguồn kinh phí này sẽ là nguồn nuôi dưỡng để họ có thêm động lực, tiếp tục gửi đến chúng ta nhiều cuốn sách hay sắp tới .***

Mọi sự ủng hộ, mua sách xin vui lòng liên hệ trực tiếp nhà xuất bản ở cuối sách , hoặc bạn có thể mua sách từ các trang thương mại điện tử , chỉ việc đặt hàng và sẽ có ngay tận nhà để đọc .

Trân trọng !

Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn
(Saigon Times Foundation - STF) và
Ủy Ban Tương Trợ Người Việt Nam tại CHLB Đức
(Vietnamesiches Studienwerk in der BRD e.V. - VSW)

Chuyên ngành
CƠ KHÍ

Xuất bản lần thứ 1 (Bản dịch tiếng Việt)
Hợp đồng bản quyền của Nhà Xuất Bản Europa-Lehrmittel ký ngày 17.08.2010

Tựa gốc tiếng Đức: Fachkunde Metall

Europa-Nr.: 10129

Lời nói đầu

Một trong những vấn đề cấp bách của kỹ nghệ tại Việt Nam là thiếu công nhân lành nghề được đào tạo một cách bài bản để từ đó sản xuất được những sản phẩm chất lượng cao. **Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn** (Saigon Times Foundation - STF) một tổ chức xã hội phi lợi nhuận, phối hợp cùng **Ủy ban tương trợ người Việt Nam tại Cộng hòa liên bang Đức** và **Nhà xuất bản Trẻ** ra mắt Tủ sách học nghề "Nhất Nghệ Tinh" nhằm mục đích xây dựng ý thức về nghề nghiệp để hướng một bộ phận thanh niên sau khi tốt nghiệp trung học phổ thông đi vào các trường học nghề (thay vì quá tập trung vào các đại học như hiện nay) cũng như khuyến khích việc nâng cao kỹ năng nghề nghiệp và góp phần tạo sự liên kết giữa các trường dạy nghề với các đơn vị sản xuất kinh doanh.

Nước Đức là một trong những nước hàng đầu thế giới về xuất khẩu máy móc với độ bền và chính xác nổi tiếng trên thị trường quốc tế. Điều đó có cơ sở từ hệ thống dạy nghề song hành (Duales System) vừa học vừa làm rất thực tiễn, thể hiện rõ ràng trong sách học nghề của họ mà điển hình nhất là tủ sách học nghề của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel mà chúng tôi đã mua bản quyền để xuất bản ở Việt Nam lần này. Đây là nhà xuất bản chuyên ngành ở Đức đã có hơn 60 năm kinh nghiệm xuất bản sách học nghề và luôn được cập nhật với những công nghệ mới nhất. Hiện nay Europa-Lehrmittel có hơn 600 đầu sách xuất bản trong 17 ngành nghề rất rộng (Công nghệ kim khí, ô tô, điện, xây dựng, gỗ, toán, y khoa, may mặc, dinh dưỡng, nấu ăn, thiết kế, vẽ và sơn nhà, trồng cây, thiết kế tóc vv...). Những sách học nghề của Europa-Lehrmittel đã được dịch ra 20 thứ tiếng, tại Việt Nam đây là lần đầu tiên chúng tôi thử nghiệm với 3 quyển sách Cơ Khí, Điện và Chất Dẻo, ra mắt bạn đọc trong khuôn khổ Tủ sách học nghề "Nhất nghệ tinh" do Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn sáng lập.

Riêng quyển Cơ Khí (Xuất bản lần thứ 56) và Điện (lần thứ 27) là 2 trong những quyển sách bán chạy nhất của nhà xuất bản Europa-Lehrmittel. Quyển Chất Dẻo với ấn bản lần đầu tiên nói lên tầm quan trọng ngày càng gia tăng của chất dẻo trong lĩnh vực đồ dùng dân dụng và công nghiệp ô tô. Quyển sách chuyên ngành Cơ Khí này phục vụ cho việc đào tạo và nâng cao trình độ trong nghề cơ khí.

Nhóm đối tượng mà quyển sách này nhắm đến là:

- Công nhân chuyên môn về cơ khí công nghiệp và chế tạo dụng cụ
- Công nhân chuyên môn về sản xuất
- Công nhân chuyên môn về gia công cắt gọt kim loại
- Kỹ thuật viên đồ họa
- Quản đốc và kỹ thuật viên
- Người có kinh nghiệm thực hành trong kỹ nghệ và thủ công
- Thực tập sinh và sinh viên
- Giáo viên đang giảng dạy chương trình trung học chuyên nghiệp, trường dạy nghề...vv. sử dụng làm sách tham khảo bổ sung cho giáo án trong chuyên ngành.

Nội dung

Nội dung sách được chia làm 8 chương chính và 13 phần thực tập. Nội dung phù hợp với chương trình giáo dục và trình độ đào tạo của những nhóm ngành nghề đã được nêu trên và phù hợp với sự phát triển trong ngành kỹ thuật và kế hoạch giảng dạy của Hội nghị các Bộ trưởng Văn hóa Đức.

Thư mục thuật ngữ gồm các định nghĩa chuyên môn kỹ thuật với 3 thứ tiếng Đức, Anh và Việt.

Giảng dạy theo 13 lĩnh vực học tập

Chương trình đào tạo trong khuôn khổ chú trọng hình thức giảng dạy theo hướng thực hành, qua đó người học có thể ứng dụng những kiến thức đã tiếp thu được vào công việc thực tiễn. Việc tiếp thu những khả năng này được thực hiện trong 8 lĩnh vực học tập mà qua đó mỗi lĩnh vực học tập được trình bày bằng một đề án kèm lời giải đáp. Năm lĩnh vực học tập tiếp theo được trình bày dưới dạng tóm tắt.

Chúng tôi vô cùng cám ơn nhà xuất bản Trẻ đã dành sự giúp đỡ tận tình trong việc xuất bản, các nhà tài trợ (Công ty TNHH ROBERT BOSCH VIỆT NAM, công ty TNHH ROBERT BOSCH ENGINEERING AND BUSINESS SOLUTIONS VIỆT NAM, công ty RKW-LOTUS, công ty REE Corporation, công ty Dr. VAN TRAN Consulting Trading Co. LTD., công ty UNICO, công ty Hoa Le Finanztransfer GmbH, công ty PROVINA-Thiên Việt, vợ chồng ông bà Tiêu Như Phương và Bạch Mai và sự giúp đỡ đặc biệt của ông bà Phan Kim Hổ...); chân thành cảm ơn tập thể những người biên dịch và hiệu đính - những chuyên gia đã tốt nghiệp và làm việc nhiều năm trong công nghiệp và nghiên cứu của Đức - đã bỏ công sức để hoàn thành việc chuyển ngữ kỹ thuật, những người thân trong gia đình của những người dịch và hiệu đính đã chia sẻ và động viên để hoàn tất công việc bền bỉ này trong một thời gian dài. Ngoài ra chúng tôi cũng rất cám ơn bạn bè và chuyên gia trong công tác dạy nghề đã giúp đỡ và hỗ trợ qua việc giải thích cũng như đưa ra ý tưởng tìm thuật ngữ thích hợp.

Hiển nhiên trong ấn bản lần đầu sẽ không thể nào tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong mỏi được góp ý để hoàn thiện các ấn bản trong tương lai.

Với mục tiêu hỗ trợ công tác giáo dục - đào tạo dạy nghề và góp phần phát triển nguồn nhân lực nước nhà, chúng tôi ước mong sao quyển sách này sẽ đóng góp một phần nhỏ bé.

Thành phố Hồ Chí Minh tháng 6/2012

QUỸ THỜI BÁO KINH TẾ SÀI GÒN (SAIGON TIMES FOUNDATION - STF) VÀ ỦY BAN TƯƠNG TRỢ NGƯỜI VIỆT NAM TẠI CHLB ĐỨC (VIETNAMESICHES STUDIENWERK IN DER BRD E.V.- VSW)

Lời giới thiệu

Chiến lược phát triển kinh tế - xã hội của Việt Nam giai đoạn 2011 – 2020 đã xác định đến năm 2020 Việt Nam cơ bản trở thành nước công nghiệp theo hướng hiện đại. Để đạt được mục tiêu này, chiến lược cũng xác định phát triển nguồn nhân lực là một trong 3 khâu đột phá. Vì vậy, năm 2011 Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 579/QĐ-TTg phê duyệt chiến lược phát triển nhân lực Việt nam thời kỳ 2011-2020 và Quyết định số 1216/QĐ-TTg phê duyệt quy hoạch nhân lực Việt Nam thời kỳ 2011-2020. Trên cơ sở đó, năm 2012, Thủ tướng Chính phủ ban hành Quyết định số 630/QĐ-TTg phê duyệt Chiến lược phát triển dạy nghề thời kỳ 2011-2020.

Trong bối cảnh hội nhập quốc tế ngày càng sâu rộng, việc nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia là vấn đề sống còn của mỗi quốc gia, vì lợi thế luôn thuộc về những quốc gia có năng lực cạnh tranh cao hơn. Trong các yếu tố tạo nên năng lực cạnh tranh quốc gia, chất lượng nhân lực được coi là yếu tố quyết định, trong đó nhân lực có kỹ năng nghề cao đặc biệt được coi trọng, vì lực lượng này trực tiếp sản xuất kinh doanh, trực tiếp làm tăng năng suất lao động-yếu tố quyết định tăng năng lực cạnh tranh. Chính vì vậy, chiến lược phát triển dạy nghề thời kỳ 2011-2020 đã đưa ra nhiều giải pháp nhằm tạo ra sự đột phá về chất lượng dạy nghề để phục vụ cho sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước. Một trong các giải pháp đó là đẩy mạnh hợp tác quốc tế về dạy nghề, trong đó xác định rõ CHLB Đức là một trong các đối tác chiến lược về phát triển dạy nghề của Việt Nam. Thực tế, trong nhiều năm qua, Việt Nam và CHLB Đức đã và đang có hợp tác chặt chẽ trong việc phát triển đào tạo nghề tại Việt Nam.

Vừa qua, Bộ Lao động Thương binh và Xã hội Việt Nam đã phê duyệt danh mục các nghề trọng điểm để hỗ trợ đầu tư đạt cấp độ khu vực ASEAN và quốc tế, trong đó có các nghề thuộc lĩnh vực cơ khí. Bởi vậy, chúng tôi rất vui mừng giới thiệu cuốn sách Chuyên ngành cơ khí bằng tiếng Việt*. Cuốn sách này do Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel xuất bản nguyên bản bằng tiếng Đức và hiện đang được sử dụng rộng rãi hầu hết ở các trường kỹ thuật tại CHLB Đức. Nội dung của cuốn sách đề cập đến các tiêu chuẩn đào tạo của CHLB Đức đối với các nghề thuộc lĩnh vực cơ khí. Tất cả các thông tin cơ bản về kỹ thuật kim loại đều được thể hiện trong cuốn sách này sẽ mang đến cho độc giả một cái nhìn tổng quan rất tốt về các quy trình kỹ thuật tổng thể với nhiều hình ảnh minh họa. Cuốn sách cung cấp cho độc giả những thông tin, kiến thức về chất lượng cũng như những kinh nghiệm đào tạo nghề của Đức. Kinh nghiệm làm việc lâu năm của các chuyên gia kỹ thuật Việt Nam có năng lực chuyên môn cao trong các doanh nghiệp của CHLB Đức đã đóng góp vào việc dịch cuốn sách từ tiếng Đức sang tiếng Việt. Chúng tôi tin tưởng rằng cuốn sách này sẽ là tài liệu có giá trị tham khảo cao cho công tác đào tạo các nghề cơ khí tại Việt Nam nhằm đạt được trình độ đào tạo theo tiêu chuẩn của CHLB Đức.*

Chúng tôi trân trọng cảm ơn Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn, VSW i.d. BRD e.V., Nhà xuất bản Trẻ, Công ty TNHH Robert Bosch Việt Nam, Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel và tất cả các cá nhân đã tham gia biên soạn, biên dịch và hỗ trợ xuất bản cuốn sách kỹ thuật này.

Chúng tôi xin kính chúc quý độc giả của cuốn sách đạt nhiều thành công trong việc tiếp tục phát triển đào tạo nghề.

Hà Nội, ngày 1 tháng 2 năm 2013

PGS. TS. Dương Đức Lân
Tổng cục trưởng Tổng cục Dạy nghề,
Bộ Lao động-Thương binh và Xã hội Việt Nam

TS. Horst Sommer
Điều phối viên lĩnh vực trọng tâm
Hợp tác phát triển Đào tạo nghề
Tổ chức Hợp tác Quốc tế (GIZ) CHLB Đức

1 Kỹ thuật kiểm tra độ dài

2 Quản lý chất lượng

3 Kỹ thuật sản xuất

4 Kỹ thuật vật liệu

5 Kỹ thuật máy và thiết bị

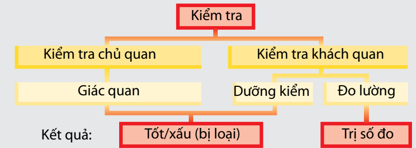
6 Kỹ thuật tự động hóa

7 Kỹ thuật thông tin (Kỹ thuật tin học)

8 Kỹ thuật điện

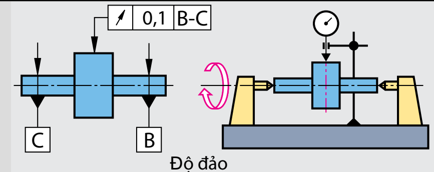
Lĩnh vực học tập

1 Kỹ thuật kiểm tra độ dài

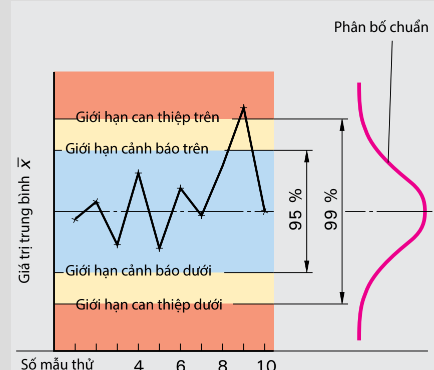








2 Quản lý chất lượng



1 Kỹ thuật kiểm tra độ dài

1.1 Đại lượng và đơn vị

Các đại lượng diễn tả những đặc tính có thể định lượng được, thí dụ chiều dài, thời gian, nhiệt độ hoặc cường độ dòng điện (**Hình 1**).

Các đại lượng cơ bản và các đơn vị cơ bản được quy định trong hệ thống đơn vị quốc tế SI (Système International d'unités) (**Bảng 1**).

Để tránh những số quá lớn hoặc quá nhỏ, bội số hoặc ước số thập phân được đặt trước các đơn vị, thí dụ milimét (**Bảng 2**).

■ Độ dài

> Đơn vị cơ bản của độ dài là mét. Một mét là quãng đường ánh sáng đi được trong chân không trong khoảng thời gian 1/299 729 458 giây.

Để phù hợp cho việc diễn tả những khoảng cách rất lớn hoặc rất nhỏ, người ta sử dụng kết hợp một vài ký hiệu đứng trước đơn vị mét (**Bảng 3**).

Bên cạnh hệ thống mét có một vài quốc gia còn sử dụng hệ thống Inch

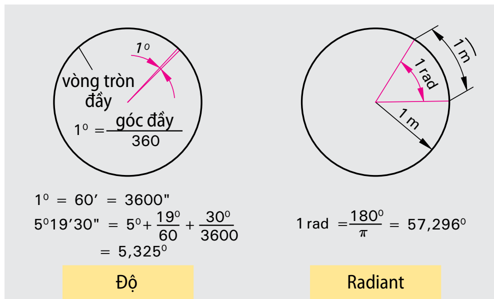
Chuyển đổi: 1 inch (in) = 25,4 mm

■ Góc

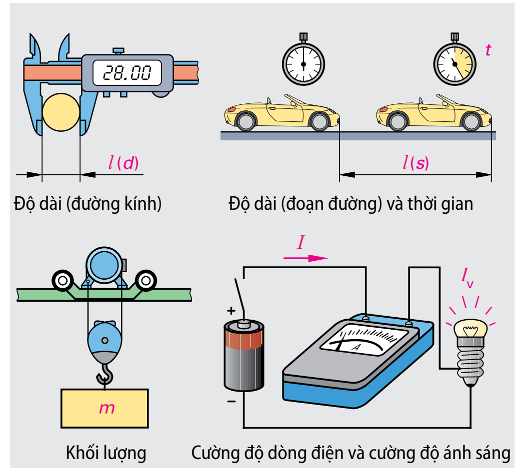
Các đơn vị của góc là góc phẳng ở trung tâm điểm của nguyên vòng tròn.

Một **độ** (**1^0**) bằng 1 phần 360 góc phẳng của nguyên vòng tròn. (**Hình 2**). Độ được chia nhỏ thành phút (‘), giây (“) hoặc chia theo hệ thập phân.

Rađian (rad) là góc phẳng của một vòng tròn có bán kính là 1 mét và cắt vòng tròn với cung có chiều dài 1 mét. (Hình 2). Một rađian tương đương với một góc phẳng 57,29577951^0.



Hình 2: Các đơn vị của góc phẳng



Hình 1: Các đại lượng cơ bản

Bảng 1: Hệ thống đơn vị quốc tế

Các đại lượng cơ bản và các ký hiệu	Đơn vị cơ bản	
	Tên	Ký hiệu
Độ dài ℓ	mét	m
Khối lượng *m*	kilôgam	kg
Thời gian *t*	giây	s
Nhiệt độ nhiệt động *T*	Kelvin	K
Cường độ dòng điện *I*	Ampe	A
Cường độ ánh sáng I_v	Candela	cd

Bảng 2: Ký hiệu đứng trước để gọi các bội số hoặc ước số thập phân của các đơn vị

Ký hiệu		Hệ số đứng trước	
M	mêga	một triệu lần	10^6 = 1000000
k	kílô	một ngàn lần	10^3 = 1000
h	héctô	một trăm lần	10^2 = 100
da	đêca	mười lần	10^1 = 10
d	đêci	một phần mười	10^{-1} = 0,1
c	centi	một phần trăm	10^{-2} = 0,01
m	mili	một phần ngàn	10^{-3} = 0,001
µ	micrô	một phần triệu	10^{-6} = 0,000001

Bảng 3: Các đơn vị độ dài thông dụng

Hệ thống mét
1 kilô mét (km) = 1000 mét
1 đêci mét (dm) = 0,1 mét
1 centi mét (cm) = 0,01 mét
1 mili mét (mm) = 0,001 mét
1 micrô mét (µm) = 0,000.001 m
1 nanô mét (nm) = 0,000.000.001 m = 0,001µm

■ Khối lượng, lực và áp suất

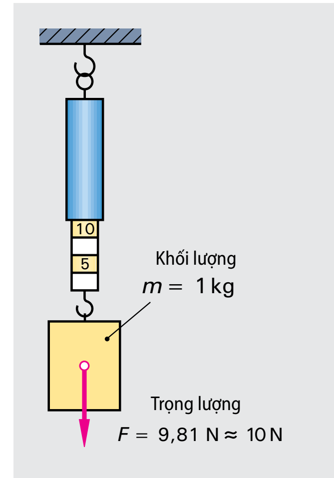
Khối lượng *m* của một vật thể tùy thuộc theo lượng chất của nó và không bị lệ thuộc vào vị trí địa lý nơi vật thể xuất hiện. Đơn vị cơ bản của khối lượng là kilô gam. Đơn vị cũng thường được sử dụng là gam và tấn: 1g = 0,001 kg, 1t = 1000 kg.

Tiêu chuẩn quốc tế cho khối lượng 1 kilô gam là một quả cân hình trụ bằng chất Platin-Iridi được cất giữ ở Paris. Đó là đơn vị cơ bản duy nhất được định nghĩa không nhờ vào một hằng số tự nhiên.

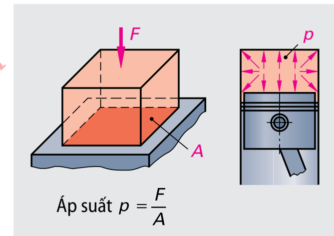
> Một vật có khối lượng 1 kilô gam tác dụng trên trái đất (vị trí tiêu chuẩn: Zürich) vào điểm treo nó hoặc chỗ nó nằm một **lực** F_G (trọng lượng) bằng 9,81 N (**Hình 1**).

Áp suất *p* là lực trên mỗi đơn vị diện tích (**Hình 2**) với đơn vị pascal (Pa) hoặc bar (bar).

Các đơn vị: 1 Pa = N/m^2 =0,00001 bar, 1 bar = 10^5 Pa = 10 N/cm^2



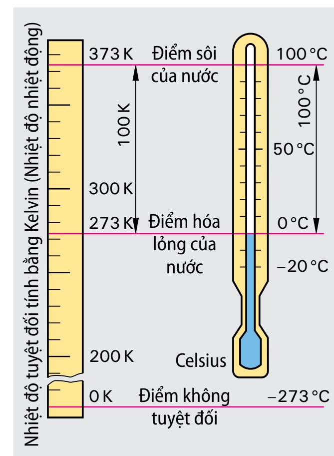
Hình 1: Khối lượng và lực



Hình 2: Áp suất

■ Nhiệt độ

Nhiệt độ diễn tả trạng thái nhiệt của các vật thể, các chất lỏng hoặc các chất khí. Độ **Kelvin** (**K**) bằng 1/273,15 của nhiệt độ khác biệt giữa điểm 0 tuyệt đối và điểm đông đặc của nước (**Hình 3**). Đơn vị thông dụng của nhiệt độ là **độ Celcius** (**^{0}C**). Điểm đông đặc của nước tương ứng 0^{0}C, điểm sôi của nước là 100^{0}C. Chuyển đổi: 0^{0}C = 273,15 K; 0 K = -273,15^{0}C.



Hình 3: Thang nhiệt độ

■ Thời gian, tần số và số vòng quay

Đơn vị cơ bản cho **thời gian *t*** được quy định là giây (s).

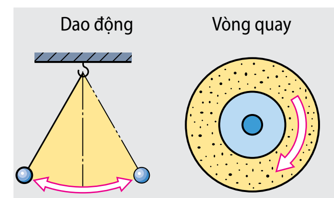
Các đơn vị: 1 giây = 1000 mili giây; 1 giờ = 60 phút = 3600 giây

Khoảng thời gian của một chu kỳ *T*, còn gọi là khoảng thời gian của một dao động, là thời gian được tính bằng giây cho một quá trình (sự kiện) và quá trình này được lặp đi lặp lại đều đặn, thí dụ như nguyên một dao động đầy đủ của một con lắc hay là vòng quay của một cái đĩa mài (**Hình 4**).

Tần số *f* là số nghịch đảo của khoảng thời gian của một chu kỳ *T* (*f* = 1/*T*). Nó cho biết bao nhiêu quá trình diễn ra trong một giây. Đơn vị của tần số *f* là 1/s hoặc Hertz (Hz). Các đơn vị: 1/s = 1 Hz; 10^3 Hz = 1kHz; 10^6 Hz = 1 MHz.

Tần số vòng quay *n* (**số vòng quay**) là số lượng vòng quay trong 1 giây hoặc 1 phút.

Thí dụ: Một cái đĩa mài với đường kính 200 mm quay 6000 vòng trong 2 phút. Số vòng quay là bao nhiêu?
Lời giải: Số vòng quay (Tần số vòng quay) *n* = 6000/2 phút = **3000/phút**



Hình 4: Những sự kiện tuần hoàn

■ Các phương trình đại lượng (công thức)

Công thức tạo nên các tương quan giữa những đại lượng với nhau.

Thí dụ: Áp suất *p* là lực *F* trên mỗi diện tích *A*
$p = F/A$; p = 100 N/1 cm^2 = 100 N/cm^2 = **10 bar**

Trong tính toán các đại lượng được thể hiện trong công thức bằng ký hiệu. Trị số của một đại lượng bằng tích số của số lượng nhân với đơn vị, thí dụ *F* = 100 N hoặc *A* = 1 cm^2. Các phương trình đơn vị cho biết sự quan hệ giữa các đơn vị với nhau, thí dụ 1 bar = 10^5 Pa.

1.2 Cơ bản về kỹ thuật đo lường

1.2. 1 Khái niệm cơ bản

Khi kiểm tra, những đặc điểm hiện có của sản phẩm như kích thước, hình dạng, chất lượng bề mặt được so sánh với những đặc tính đòi hỏi.

> Kiểm tra là xác định vật được kiểm tra có đạt những đặc điểm đòi hỏi hay không. Thí dụ kính thước, hình dạng hoặc phẩm chất bề mặt.

■ Các loại kiểm tra

Kiểm tra chủ quan được thực hiện bằng giác quan của người kiểm tra, không có sự hỗ trợ của máy móc (**Hình 1**). Người kiểm tra xác định thí dụ sự thành hình của rìa xờm (ba vớ, bavia) và chiều cao nhấp nhô của chi tiết có thể chấp nhận được không (kiểm tra bằng mắt và qua tiếp xúc bằng tay).

Kiểm tra khách quan được thực hiện với những phương tiện kiểm tra, có nghĩa là với những thiết bị đo và các dưỡng kiểm (**Hình 1 và Hình 2**).

> **Đo lường** là so sánh một độ dài hoặc một góc phẳng với một thiết bị đo. Kết quả là một trị số đo. **Đo so sánh** là so sánh vật kiểm tra với một thiết bị so sánh. Người ta không nhận được trị số bằng con số, mà chỉ xác định là vật được đo tốt hoặc bị loại (xấu).

■ Phương tiện kiểm tra (Thiết bị đo)

Dụng cụ kiểm tra được chia làm 3 nhóm: **thiết bị đo, dưỡng kiểm và thiết bị phụ trợ**.

Tất cả các thiết bị đo, các thiết bị so sánh được thiết kế theo **mẫu chuẩn**. Nó tượng trưng cho độ lớn, thí dụ bằng khoảng cách những vạch kẻ (thước kẻ), bằng khoảng cách cố định của những mặt phẳng (căn mẫu đo, dưỡng kiểm) hoặc vị trí góc của những mặt phẳng (căn chuẩn đo góc).

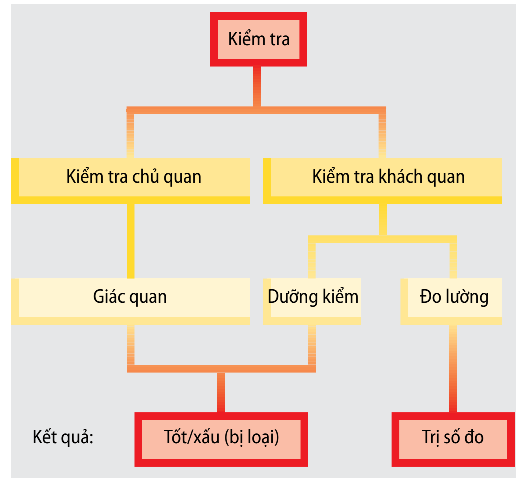
Các thiết bị đo có hiển thị có dấu hiệu di chuyển (kim đồng hồ đo, vạch kẻ của thước chạy), thang đo di chuyển hoặc cơ cấu đếm số. Trị số đo có thể đọc được ngay.

Dưỡng tượng trưng cho kích thước hoặc kích thước **và** hình dạng của vật kiểm tra.

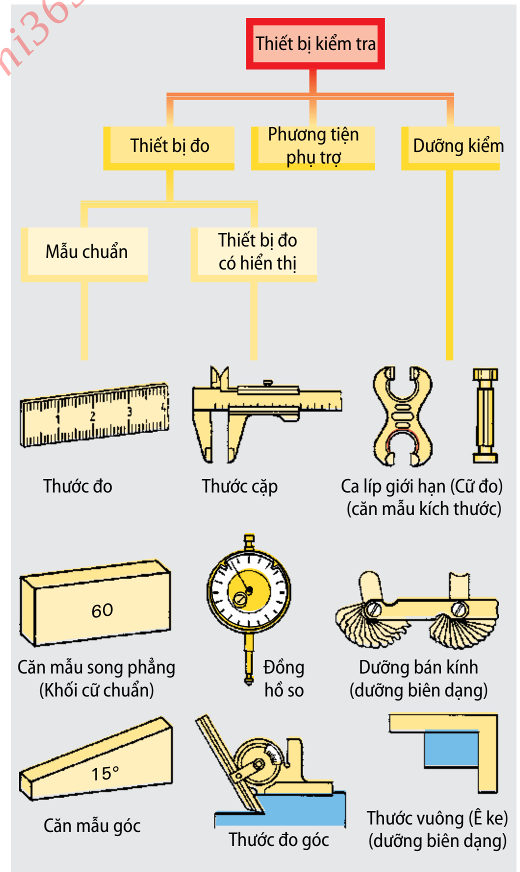
Thiết bị phụ trợ thí dụ như giá đo và các khối lăng trụ (khối V).

■ Các khái niệm về kỹ thuật đo lường

Để tránh hiểu lầm khi mô tả những quá trình đo lường hoặc phương pháp đánh giá, người ta cần phải có những khái niệm cơ bản rất rõ ràng (**Các bảng ở trang 11** và **12**)



Hình 1: Các loại kiểm tra và kết quả kiểm tra



Hình 2: Thiết bị kiểm tra

Bảng 1: Các khái niệm về kỹ thuật đo lường

Khái niệm	Ký hiệu	Định nghĩa, giải thích	Thí dụ, công thức
Đại lượng đo	***M***	Độ dài cũng như góc để đo, thí dụ khoảng cách giữa các lỗ khoan hay đường kính.	*M*
Hiển thị	**-**	Trị số hiển thị của trị số đo không có đơn vị (tùy thuộc vào phạm vi đo). Sự hiển thị tương ứng với chữ khắc trên mẫu chuẩn.	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,01mm
Hiển thị thang đo	**-**	Hiển thị liên tục trên thang vạch kẻ.	Hiển thị thang đo Trị số phần chia thang đo *Skw* = 0,01mm
Hiển thị số	**-**	Hiển thị bằng số trên thang số.	58.27 Hiển thị số *Zw* = 0,01mm
Trị số chia của thang* ***(Độ chia)***	***Skw* hay →||←**	Khác biệt giữa hai trị số đo, hai trị số đo này tương ứng với hai đường gạch liên tiếp trên thang. Độ chia *Skw* có đơn vị ghi trên thang đo.	
Trị số của hai số liên tục	***Zw***	Trị số của hai số liên tục tương ứng độ chia trên một thang vạch kẻ.	
Hiển thị của trị số đo	x_a x_1, x_2...	Từng trị số đo hoặc trị giá trung bình cộng được tạo thành từ trị số đúng và sai số đo ngẫu nhiên cũng như sai số đo hệ thống.	
Trị số trung bình cộng	$\bar{x}$	Thông thường trị số trung bình cộng $\bar{x}$ có được từ 5 lần đo lặp lại.	
Trị số thật	x_w	Người ta chỉ nhận được trị số thật khi đo trong điều kiện lý tưởng. Trị số thật x_w được tìm ra từ nhiều lần đo lặp lại và được hiệu chỉnh với trị số ước đoán của sai số hệ thống đã biết.	
Trị số đúng	x_r	Trị số đúng x_r được tìm ra qua hiệu chỉnh cho mẫu chuẩn. Nó sai không đáng kể so với trị số thật. Khi đo so sánh, thí dụ như với căn mẫu, thì có thể xem trị số đo là trị số đúng.	
Kết quả đo chưa điều chỉnh	x_a x_1, x_2... $\bar{x}$	Trị số đã đo của một độ lớn, thí dụ trị số đo của một lần đo chưa hiệu chỉnh hoặc trị số trung bình cộng tìm ra qua nhiều lần đo liên tục, nhưng chưa được hiệu chỉnh với sai số hệ thống A_s. Thường trong kỹ thuật sản xuất vì sai số đã biết từ các lần đo trước hoặc từ các khảo sát năng lực (của phương pháp đo) nên chỉ đo một lần. Kết quả đo của một lần đo không chắc chắn (chính xác) bởi sai số ngẫu nhiên cũng như sai số hệ thống không được xác định.	
Sai số đo hệ thống	A_s	Sai số có được qua so sánh với trị số đo hiển thị x_a hoặc trị số trung bình cộng $\bar{x}_a$ với trị số đúng x_r (Trang 15).	$A_s = (x_a - x_r)$ $A_s = (\bar{x}_a - x_r)$
Trị số điều chỉnh	***K***	Cân bằng *(gia giảm)* với sai số hệ thống đã biết, thí dụ sai số của nhiệt độ.	$K = -A_s$ $K = (K_1 + K_2 ... + K_n)$
Độ bất định của phép đo*	***u***	Độ bất định của phép đo bao gồm tất cả các sai số ngẫu nhiên cũng như sai số hệ thống chưa biết được và không được điều chỉnh.	$U_c = \sqrt{u^2_{x1} + u^2_{x2} + ... + u^2_{xn}}$
Độ bất định chuẩn kết hợp	u_c	Tác dụng tổng hợp của nhiều thành phần bất định vào sự phân tán của trị số đo, thí dụ qua nhiệt độ, dụng cụ đo, người đo và phương pháp đo.	$U = 2 \cdot u_c$ (Hệ số 2 cho mức độ tin cậy 95%)
Độ bất định mở rộng của phép đo	***U***	Độ bất định mở rộng cho biết phạm vi từ *y-U* đến *y+U* của kết quả đo, nơi mà người ta chờ đợi trị số thật của một độ lớn đo.	
Kết quả đo đã điều chỉnh	***y***	Trị số đo đã được điều chỉnh với sai số hệ thống đã biết được (*K*- điều chỉnh).	$y = x + K$ $(y = \bar{x} + K)$
Kết quả đo đầy đủ	***Y***	Kết quả đo *Y* là trị số thật cho độ lớn đo *M*. Nó bao gồm độ bất định mở rộng *U*.	$Y = y \pm U$ $(y = \bar{x} + K \pm U)$

* đặc điểm của thiết bị đo, được thông báo trong danh mục

Bảng 1: Các khái niệm về kỹ thuật đo lường

Khái niệm	Ký hiệu	Định nghĩa, giải thích	Thí dụ
Tính lặp lại được*	f_w	Tính lặp lại được của một thiết bị đo là khả năng khi đo 5 lần trong trường hợp thông thường của cùng một độ lớn trong cùng hướng đo, với cùng thiết bị đo, trong cùng điều kiện đo đạt được trị số đo gần giống nhau. Độ phân tán càng nhỏ thì phương pháp đo càng chính xác.	
Giới hạn lặp lại* (Khả năng lặp lại)	*r*	Giới hạn lặp lại (Ranh giới lặp lại) là trị số khác biệt của hai lần đo riêng lẻ với xác xuất là 95%.	
Độ rơ lúc nghịch chiều	f_u	Khoảng chết của trị số đo *(Khoảng nghịch chiều của trị số đo)* của một thiết bị đo là sự khác nhau của hiển thị khi đo cùng một độ lớn, lần đầu thì đo với hiển thị lớn dần (trục xoay đo đi vào) và lần thứ nhì thì đo với hiển thị nhỏ dần (trục xoay đo đi ra). Trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều được xác định bằng những lần đo riêng lẻ ở bất kỳ trị số trong phạm vị đo hoặc có thể lấy từ biểu đồ của độ lệch *(sai số)*.	
Khoảng (độ) sai số*	f_e	Khoảng sai số là hiệu số giữa độ sai số lớn nhất và độ sai số nhỏ nhất trong toàn bộ phạm vi đo. Nó được tìm ra bằng đồng hồ đo hoặc đồng hồ đo chính xác khi trục đo đi vào.	
Khoảng sai số tổng cộng	f_{ges}	Độ sai số tổng cộng f_{ges} của các đồng hồ đo được tìm qua các phép đo trong toàn bộ phạm vi đo với trục xoay đo đi vào và đi ra.	
Giới hạn lỗi*	*G*	Giới hạn lỗi là trị số giới hạn sai số được thỏa thuận hoặc được đưa ra từ nhà sản xuất cho sai số của một thiết bị đo. Nếu những trị số này bị vượt qua thì sai số sẽ trở thành lỗi. Khi sai số giới hạn trên và dưới bằng nhau thì trị số đưa ra được áp dụng cho cả hai giới hạn sai số, thí dụ $G_o = G_u$ = 20 µm.	
Phạm vi đo*	*Meb*	Phạm vi đo là phạm vi của trị số đo, trong đó giới hạn lỗi của thiết bị đo không bị vượt qua (sai số nhỏ hơn giới hạn lỗi).	
Khoảng đo	*Mes*	Khoảng đo là hiệu số giữa trị số cuối và trị số đầu của phạm vi đo.	
Phạm vi hiển thị	*Az*	Phạm vi hiển thị là phạm vi giữa hiển thị lớn nhất và hiển thị nhỏ nhất.	

* đặc điểm của thiết bị đo, được thông báo trong danh mục

1.2.2 Sai lệch đo

Nguyên nhân của các sai lệch đo

(Bảng 1, trang 14)

Sự khác biệt với nhiệt độ chuẩn 20°C thường gây ra sai lệch đo, khi các chi tiết và các thiết bị đo cũng như dưỡng được sử dụng để kiểm soát không cùng một vật liệu và không cùng một nhiệt độ (**Hình 1**).

Căn mẫu bằng thép dài 100 mm sẽ thay đổi chiều dài 4,6 µm khi nhiệt độ thay đổi 4°C, thí dụ qua hơi nóng của bàn tay.

> Ở **nhiệt độ chuẩn 20°C** các chi tiết, các dưỡng và thiết bị đo nên ở trong độ dung sai đã qui định.

Sự thay đổi hình dạng bởi lực đo xuất hiện ở các chi tiết, các thiết bị đo và các giá kê đo có tính đàn hồi.

Sự uốn cong có tính đàn hồi của giá kê đo không ảnh hưởng tới trị số đo, nếu khi đo với cùng lực đo như khi điều chỉnh về không với căn mẫu đo (**Hình 2**).

> Sai số đo sẽ giảm đi, khi sự hiển thị của thiết bị đo được chỉnh với cùng các điều kiện như lúc đo chi tiết.

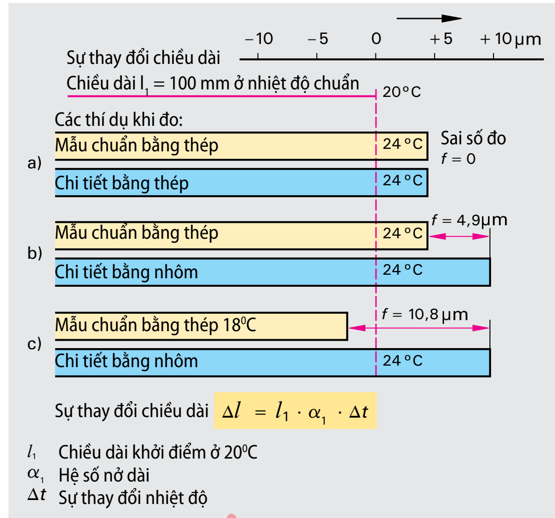
Sai số đo vì nhìn sai (**thị sai**) khi đọc dưới một góc nghiêng (**Hình 3**).

Các loại sai số

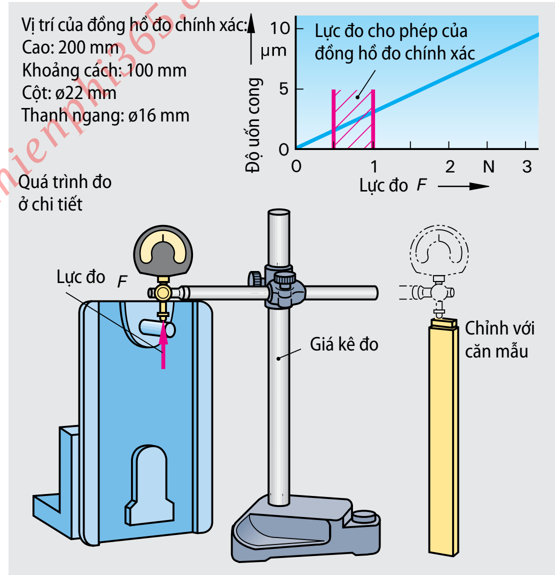
Sai số hệ thống gây ra bởi sự sai lệch cố định: nhiệt độ, lực đo, bán kính của đầu đo, sự không chính xác của thang (đo).

Sai số ngẫu nhiên không thể nhận biết được về độ lớn và chiều của nó. Các nguyên nhân có thể là sự biến động không rõ nguồn gốc của lực đo hoặc nhiệt độ.

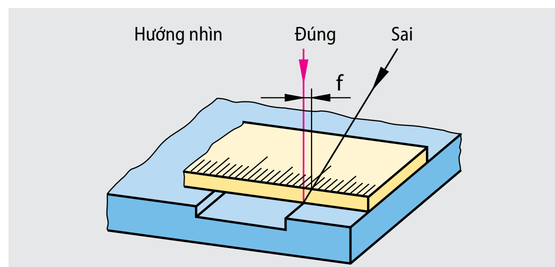
> **Các sai số hệ thống** làm cho trị số đo sai. Khi biết độ lớn và chiều (+ hoặc -) của sai số ta có thể điều chỉnh nó.
>
> **Các sai số ngẫu nhiên** làm cho trị số đo trở nên bất định. Các sai số ngẫu nhiên không rõ nguồn gốc thì không thể điều chỉnh được.



Hình 1: Sai lệch đo vì nhiệt độ



Hình 2: Sai lệch đo vì sự biến dạng có tính đàn hồi của giá kê đo qua lực đo



Hình 3: Sai lệch đo vì nhìn sai

Bảng 1: Nguyên nhân và các loại sai lệch

Các sai lệch hệ thống	Các sai lệch ngẫu nhiên
20 °C Sai lệch với nhiệt độ chuẩn 40 °C f Trị số đo quá lớn vì nhiệt độ của chi tiết quá cao	Ba via, Phoi, Chất bẩn, Mỡ f Sự bất định vì bề mặt không sạch và sai số hình dạng
F f Sự thay đổi hình dạng vì lực đo lớn và không thay đổi Trị số đo nhỏ hơn vì ảnh hưởng của lực đo	F f Sự thay đổi hình dạng vì biến động của lực đo khi quay trục đo vào không đều. Sự phân tán của các trị số đo vì sự thay đổi của lực đo
Trị số đo nhỏ hơn cho các phép đo ngoài lớn hơn cho các phép đo trong. Sai số đo vì các mặt phẳng đo bị mòn	f φ F Lỗi vì đo nghiêng (Sự sai nghiêng) Lỗi vì đo nghiêng tùy thuộc vào lực đo và độ hở của thanh dẫn hướng
f Sự khác nhau của trị số đo ở các thước đo	Đặt thước cặp không chắc chắn trong các phép đo trong
Bước ren Ảnh hưởng vì sai số của bước ren vào trị số đo	0.1 0.2 0.3 0.4 Nhìn sai Đọc sai vì góc nhìn nghiêng (nhìn sai)
Sự sai lệch nhỏ trong tỷ số truyền động có tác dụng làm hiển thị sai (có thể đo được) tùy theo vị trí của trục đo Sự chuyển dịch không đều của chuyển động trục đo	

Sai số hệ thống có thể xác định được qua **phép đo so sánh** với các thiết bị đo chính xác hoặc căn mẫu.

Thí dụ như khi kiểm tra một pan me (vi kế), hiển thị được so sánh với căn mẫu (**Hình 1**). Trị số danh nghĩa của căn mẫu (chữ khắc) có thể xem là trị số đúng. **Sai số** hệ thống A_s của một trị số đo riêng lẻ bằng hiệu số của trị số hiển thị x_a và trị số đúng x_r.

Kiểm tra sai số đo của một pan me đo ngoài trong khoảng đo từ 0 mm đến 25 mm, ta sẽ có được biểu đồ của sai số đo (**Hình 1**). Ở pan me, phép đo so sánh được thực hiện với các căn mẫu được quy định qua các góc quay khác nhau của trục đo.

Giới hạn lỗi và dung sai

- Giới hạn lỗi *G* không được vượt qua bất kỳ vị trí nào trong phạm vi đo.
- Trong trường hợp bình thường của kỹ thuật đo lường các giới hạn lỗi cân đối xứng nhau. Các giới hạn lỗi bao gồm các sai số của phần tử đo, thí dụ các sai số về độ phẳng.
- Sự tuân thủ giới hạn lỗi G có thể được kiểm tra bằng thanh mẫu với bậc dung sai 1 theo DIN EN ISO 3650.

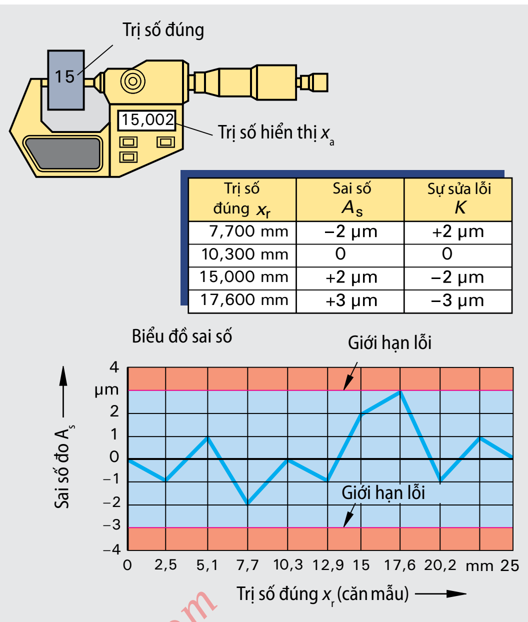
Để đạt được sự giảm thiểu sai số hệ thống người ta **điều chỉnh về "không" cho hiển thị** (**Hình 2**). Điều chỉnh về "không" được thực hiện với các căn mẫu tương ứng với kích thước kiểm tra của chi tiết. Sự phân tán ngẫu nhiên được tìm ra qua **các phép đo nhiều lần dưới cùng các điều kiện lặp lại** (**Hình 3**):

Qui tắc làm việc cho các phép đo với cùng các điều kiện lặp lại

- Phép đo lặp lại với cùng một độ lớn và cùng chi tiết nên được thực hiện tuần tự liên tiếp.
- Thiết bị đo, phương pháp đo, người kiểm tra và các điều kiện chung quanh không được thay đổi trong khi đo lặp lại.
- Để tránh ảnh hưởng của sai số độ tròn vào độ phân tán của phép đo, phải luôn luôn đo ở cùng một chỗ.

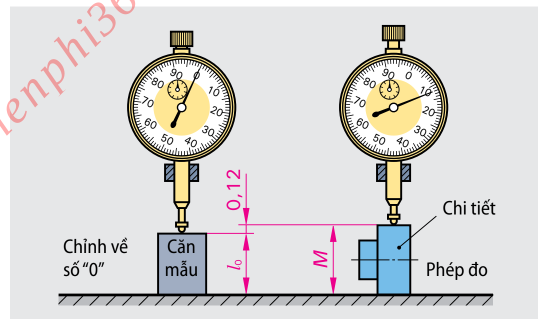
Sai số hệ thống của phép đo được xác định với phép đo so sánh.

Sai số ngẫu nhiên được tìm ra qua phép đo lặp lại nhiều lần.

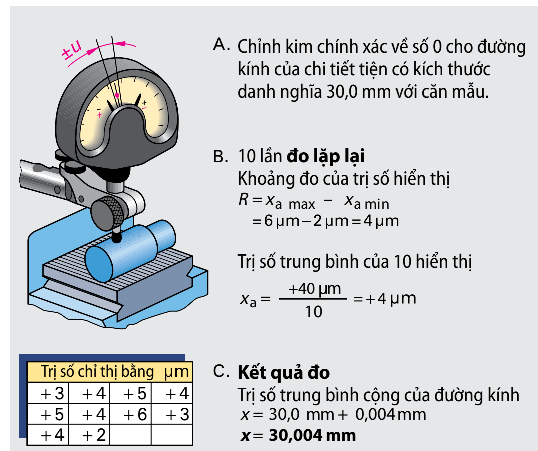


Trị số đúng x_r	Sai số A_s	Sự sửa lỗi K
7,700 mm	−2 µm	+2 µm
10,300 mm	0	0
15,000 mm	+2 µm	−2 µm
17,600 mm	+3 µm	−3 µm

Hình 1: Sai số hệ thống của một pan me đo ngoài



Hình 2: Điều chỉnh về "không" cho hiển thị và phép đo so sánh



A. Chỉnh kim chính xác về số 0 cho đường kính của chi tiết tiện có kích thước danh nghĩa 30,0 mm với căn mẫu.

B. 10 lần **đo lặp lại**
Khoảng đo của trị số hiển thị
$R = x_{a\,max} - x_{a\,min}$
$= 6\,\mu m - 2\,\mu m = 4\,\mu m$

Trị số trung bình của 10 hiển thị

$$\bar{x}_a = \frac{+40\,\mu m}{10} = +4\,\mu m$$

Trị số chỉ thị bằng µm			
+3	+4	+5	+4
+5	+4	+6	+3
+4	+2		

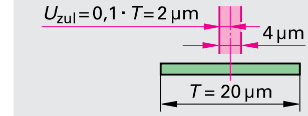
C. **Kết quả đo**
Trị số trung bình cộng của đường kính
$\bar{x}$ = 30,0 mm + 0,004 mm
$\bar{x}$ = **30,004 mm**

Hình 3: Sai số ngẫu nhiên của một đồng hồ đo chính xác trong phép đo với cùng các điều kiện lặp lại

1.2.3 Khả năng của phương tiện đo lường và giám sát phương tiện kiểm tra

■ Khả năng của phương tiện đo lường

Sự lựa chọn các phương tiện đo phải hướng tới việc phù hợp với các điều kiện ở nơi đo đạc và độ dung sai đã định trước của đặc tính để kiểm tra, thí dụ như chiều dài,đường kính hoặc độ tròn. Số lượng người kiểm tra cũng quan trọng, thí dụ như khi đang kiểm tra cùng một vật mà thay ca làm cùng với việc đổi người kiểm tra thì độ bất định của phép đo sẽ lớn hơn.

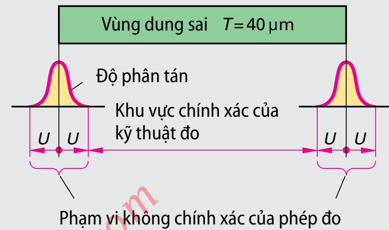


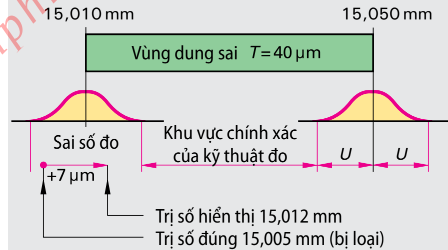
Hình 1: Độ không chính xác cho phép của phép đo

Thiết bị đo được xem là có khả năng, khi độ bất định lớn nhất của phép đo bằng 10 % của dung sai kích thước hay hình dạng.

Độ bất định của phép đo $U_{zul} = 1/10 \cdot T$ (Hình 1)

Phương pháp đo với độ bất định nhỏ đáng kể hơn 1/10·*T* thì thích hợp nhưng rất tốn kém. Độ bất định của phép đo lớn hơn sẽ dẫn đến tình trạng rất nhiều chi tiết không được xác định rõ ràng là “tốt“ hay “bị loại“ vì trị số đo nằm trong phạm vi không chính xác của phép đo (**Hình 2**). Độ bất định của phép đo *U* càng nhỏ thì khu vực chính xác của kỹ thuật đo càng lớn.





Hình 2: Độ bất định của phép đo so với dung sai

Các trị số đo nằm trong khu vực chính xác của kỹ thuật đo, thì chắc chắn sẽ có sự phù hợp *(ăn khớp)* giữa trị số đo và dung sai.

Thí dụ về hệ quả của độ bất định quá lớn $U = 0,2 \cdot T$ (Hình 2): Tuy trị số đúng 15,005 mm nằm ngoài dung sai nhưng trị số đo với sai số + 7 μm nên có chỉ thị là 15,012 mm, trị số này dường như nằm trong dung sai. Qua đó không nhận ra được chi tiết phải loại bỏ. Ngược lại một trị số nằm trong dung sai nhưng vì sai số đo có trị số hiển thị nằm ngoài dung sai. Trong trường hợp này một chi tiết “tốt“ sẽ bị loại bỏ vì nhầm lẫn.

Có thể **đánh giá gần đúng khả năng của thiết bị đo lường** khi biết được độ bất định của phép đo đã dự tính (**Bảng 1**).

Dưới những điều kiện làm việc trong hãng xưởng, độ bất định của thiết bị đo cơ khí cầm tay mới hay còn mới được xem vào khoảng 1 độ chia (1Skw) còn đối với thiết bị điện tử thì vào khoảng 3 độ chia (3Zw).

Các máy đo trong sản xuất được lựa chọn sao cho độ bất định của phép đo *U* nhỏ không đáng kể so với dung sai của chi tiết. Do đó có thể xem trị số hiển thị là kết quả đo.

Bảng 1: Độ bất định của phép đo

Thiết bị đo	Độ bất định dự kiến của phép đo	Giới hạn lỗi G của các máy đo mới
Skw = 0,05mm Phạm vi đo 0... 0,150 mm	**$U \geq 50$ μm**	50 μm
Skw = 0,01mm Phạm vi đo 50... 75 mm	**$U \approx 10$ μm**	5 μm
Skw = 1μm Phạm vi đo ± 50 μm	**$U \approx 1$ μm**	1 μm

Khả năng của thiết bị đo với dung sai định trước

Thí dụ: Với 1 pan me *(vi kế)* cơ đo ngoài (Giá trị vạch đo *Skw* = 0,01 mm) để đo một đường kính với kích thước giới hạn 20,40 mm và 20,45 mm. Hãy đánh giá khả năng (năng lực) đo lường của pan me theo sự lệ thuộc vào độ chính xác đã dự tính và độ dung sai định trước (Dung sai T = 0,05 mm).

Lời giải: Độ bất định gần bằng 1 trị số chia (vạch kẻ) của vạch đo (0,01 mm). Vì độ bất định này, khi chỉ thị là 20,45 mm thì giá trị đo đúng nằm giữa 20,44 mm và 20,46 mm.

Độ bất định dự tính của pan me: $U = 0{,}01$ mm

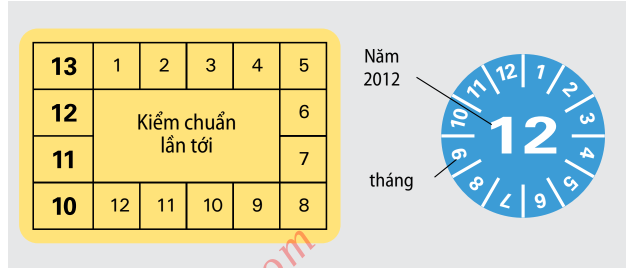
Độ bất định cho phép: $U_{zul} = 0{,}1 \cdot T = 0{,}1 \cdot 0{,}05$ mm = **0,005 mm**

Pan me không thích hợp với độ dung sai đã qui định, vì độ bất định của phép đo quá lớn. Nên sử dụng đồng hồ đo điện tử hoặc đồng hồ đo chính xác, vì các máy đo này làm việc chính xác hơn, thể hiện qua độ phân tán nhỏ.

Giám sát phương tiện kiểm tra

Ở các máy đo có chỉ thị, sai số hệ thống giữa hiển thị và trị số đúng được xác định qua hiệu chuẩn. Việc này được thực hiện bằng cách so sánh với căn mẫu hoặc với các thiết bị có độ chính xác cao hơn. Độ sai số tìm ra được ghi lại trên giấy kiểm chuẩn và có thể lưu làm tài liệu với biểu đồ sai số (hình 1, trang 15).

Hiệu chuẩn được chứng nhận trên một nhãn kiểm tra đặc biệt, trên đó chỉ báo thời gian lần kiểm chuẩn kế tiếp (**Hình 1**).



Hình 1: Nhãn cho các máy đo đã hiệu chuẩn

Hiệu chuẩn là tìm sai số hiện có của một máy đo với trị số đúng. Một thiết bị đo còn tốt và được sử dụng khi sai số tìm được nằm trong giới hạn đã qui định.
Kiểm chuẩn *(hiệu chuẩn qua một cơ quan kiểm định)* một thiết bị kiểm tra bao gồm kiểm tra và đóng dấu (đã kiểm tra) của cơ quan kiểm định nhà nước. Các loại cân bắt buộc phải được kiểm chuẩn, nhưng các máy đo trong sản xuất thì không.
Khi **hiệu chỉnh** máy đo được thay đổi sao cho có độ sai số nhỏ nhất. Thí dụ như thay đổi các quả cân của một cái cân.
Chỉnh là điều khiển hiển thị đạt một trị số nhất định, thí dụ chỉnh "không".

Ôn tập và đào sâu

1. Sai số hệ thống và sai số ngẫu nhiên tác động như thế nào vào kết quả đo?
2. Cách tìm sai số hệ thống của một pan me?
3. Tại sao lại có khó khăn khi đo chi tiết gia công có thành mỏng?
4. Tại sao có thể xuất hiện sai số đo qua sự khác biệt nhiệt độ qui định ở máy đo và ở chi tiết gia công?
5. Nguyên nhân nào có thể gây ra sai số hệ thống ở pan me?
6. Tại sao khi đo ở nhà máy hoặc phân xưởng thì trị số chỉ thị được xem là kết quả đo, trong khi ở phòng thí nghiệm đo lường trị số chỉ thị thường được điều chỉnh lại?
7. Lợi điểm của phép đo chênh lệch và chỉnh "không" của đồng hồ đo?
8. Tại sao sự khác biệt với nhiệt độ chuẩn của chi tiết gia công bằng nhôm lại gây khó khăn đặc biệt cho kỹ thuật đo?
9. Sự thay đổi chiều dài của một căn mẫu đo song phẳng *(Thanh chuẩn)* (l = 100 mm, a = 0,000016 1/^{0}C) là bao nhiêu, khi nó được bàn tay làm nóng từ 20^{0}C lên 25^{0}C?
10. Sai số đo lớn nhất cho phép bằng bao nhiêu phần trăm của dung sai của chi tiết gia công để có thể xem là không đáng kể khi kiểm tra?
11. Độ không chính xác được chờ đợi ở một đồng hồ đo cơ khí với *Skw* (giá trị vạch thang đo)= 0,01 mm là bao nhiêu?

1.3 Phương tiện kiểm tra độ dài

1.3.1 Thước dài, thước thẳng, thước góc, dưỡng kiểm và căn mẫu

■ Thước dài, thước thẳng, thước góc

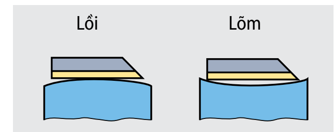
Các thước dài với các vạch kẻ tượng trưng cho kích thước chiều dài bằng các khoảng cách của các vạch kẻ. Sự chính xác của các độ chia được biểu hiện qua giới hạn lỗi của thước dài (**Bảng 1**). Khi sai lệch giới hạn trên G_o của thước dài bị vượt qua hoặc sai lệch giới hạn dưới G_u ($G_u = G_o$) không đạt được sẽ sinh ra lỗi đo.

Các thước dài cho hệ thống đo hành trình (đường đi), thí dụ bằng thủy tinh hoặc thép làm việc theo nguyên tắc tìm dò bằng quang điện. Các cảm biến ánh sáng (pin quang voltaic) tạo ra tín hiệu điện áp tương ứng với những ô sáng tối đã tìm dò. Ở thước dài gia số, đoạn đường đi của máy công cụ hoặc thiết bị đo được đo bằng cách cộng tiếp các xung của ánh sáng. Mẫu chuẩn là một lưới kẻ ô rất chính xác. Thước đo tuyệt đối có thể hiển thị vị trí hiện tại của đầu đo qua cách mã hóa.

Bảng 1: Giới hạn lỗi của thước dài với chiều dài 500 mm

Các loại	Sai số giới hạn $G_o = G_u$
Thước so sánh	7.5 µm
Thước làm việc	30 µm
Thước thép uốn cong được	75 µm
Thước dây	100 µm
Thước xếp	1 mm
Thước đo xung	0.5... 20 µm
Thước tuyệt đối	

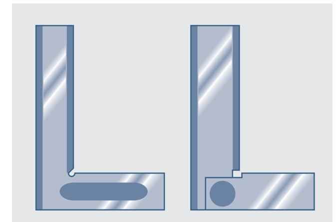
Thước thẳng dùng để kiểm tra độ thẳng và độ phẳng (**Hình 1**). Thước tóc *(lưỡi dao thẳng)* có cạnh kiểm tra được mài miết bóng với độ thẳng rất chính xác để có thể nhận ra được sự khác biệt của các khe sáng nhỏ với mắt thường.



Hình 1: Kiểm tra độ thẳng với thước tóc (thước ánh sáng)

> Khi chi tiết được kiểm tra với thước tóc đối diện ánh sáng người ta nhận biết được sự sai lệch từ 2 µm qua khe sáng giữa cạnh kiểm tra và chi tiết gia công.

Thước góc cố định là dưỡng hình dạng và thường có góc vuông 90°. Thước tóc đo góc với chiều dài chân đo đến 100 x 70 mm, với độ chính xác 00 có trị số giới hạn của sự sai lệch góc vuông chỉ 3 µm (**Hình 2**). Ở độ chính xác 0 trị số giới hạn là 7 µm. Với thước tóc đo góc, người ta có thể kiểm tra được độ vuông góc và độ phẳng hay điều chỉnh cho thẳng các mặt hình trụ hoặc mặt phẳng.



Hình 2: Thước tóc đo góc 90°

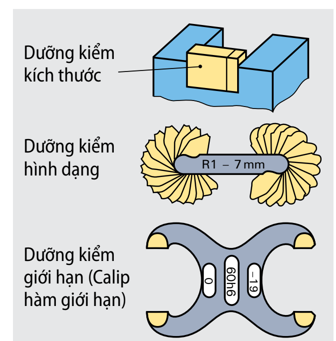
■ Dưỡng kiểm (Rập)

Dưỡng kiểm tượng trưng cho kích thước hoặc hình dạng, thông thường dựa vào các kích thước giới hạn (**Hình 3**).

Dưỡng kiểm kích thước là những thành phần của một bộ dưỡng kiểm kích thước, trong đó các thiết bị có kích thước lớn dần, thí dụ căn mẫu song phẳng, chốt kiểm tra.

Dưỡng kiểm hình dạng (Rập) có thể kiểm tra góc, bán kính hoặc ren với phương pháp sử dụng khe ánh sáng.

Dưỡng kiểm giới hạn (Cữ đo) tượng trưng của kích thước cho phép lớn nhất và nhỏ nhất. Ở vài dưỡng kiểm, ngoài biểu tượng cho kích thước nó còn biểu tượng cho hình dạng, để có thể kiểm tra cả kích thước và hình dạng, thí dụ như dạng trụ của lỗ khoan hoặc prôfin của ren.



Hình 3: Các loại dưỡng kiểm (Rập)

■ Dưỡng kiểm giới hạn (Cữ đo giới hạn)

Kích thước giới hạn của chi tiết gia công chứa dung sai có thể được kiểm tra tùy theo trường hợp bằng cữ đo trục cho lỗ hoặc cữ đo tròn trơn cho trục (**Hình 1, Hình 2** và **Hình 3**).

Nguyên tắc Taylor: Cữ đầu lọt phải được cấu tạo sao cho kích thước và hình dạng của chi tiết gia công được kiểm tra khi ghép với dưỡng kiểm (Hình 1). Chỉ nên kiểm tra kích thước riêng lẻ với cữ không lọt, thí dụ như đường kính.

> Calip tốt tượng trưng cho kích thước **và** hình dạng
> Calip không lọt chỉ thuần là calip kích thước
> **Calip lọt** (**Calip tốt**) biểu tượng kích thước lớn nhất cho trục và kích thước nhỏ nhất cho lỗ
> **Calip không lọt** (**Calip loại**) biểu tượng kích thước nhỏ nhất cho trục và kích thước lớn nhất cho lỗ. Do đó chi tiết gia công nào để calip loại đặt vào được sẽ bị loại bỏ.

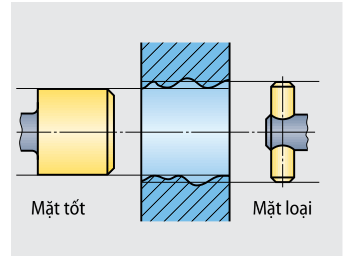
Người ta dùng **cữ giới hạn đo trong để** kiểm tra lỗ khoan và rãnh (**Hình 4**). Đầu tốt phải trượt vào trong lỗ khoan bằng trọng lượng của chính nó, đầu không lọt chỉ được phép chạm nhẹ. Các thanh bằng hợp kim cứng được sử dụng để giảm hao mòn cho đầu hình trụ dài hơn ở đầu tốt. Đầu loại có một đầu hình trụ kiểm tra ngắn, được đánh dấu màu đỏ và khắc kích thước giới hạn sai số dưới.

Cữ đo giới hạn thích hợp để kiểm tra đường kính và độ dầy của chi tiết gia công.(**Hình 5**). Đầu tốt biểu tượng kích thước lớn nhất cho phép. Nó phải trượt vào chỗ kiểm tra nhờ trọng lượng của chính nó. Đầu không lọt thì nhỏ hơn một trị số bằng dung sai, và chỉ được phép chạm nhẹ vào. Đầu loại có mặt kiểm tra hơi nghiêng, được đánh dấu đỏ và được khắc sai lệch giới hạn dưới.

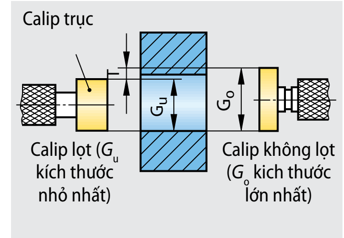
> Kết quả kiểm tra với calip là **tốt** hoặc **bị loại**. Calip không cho trị số đo vì vậy kết quả kiểm tra không được dùng để quản lý chất lượng.
> Sự biến động của lực đo và sự hao mòn của calip gây ảnh hưởng rất lớn đến kết quả kiểm tra.
> Ở dưỡng kiểm kích thước đo và dung sai càng nhỏ thì sự kiểm tra càng không chính xác. Vì thế hầu như không thể kiểm tra với calip khi cấp dung sai nhỏ hơn 6 (< IT6).

Ôn tập và đào sâu

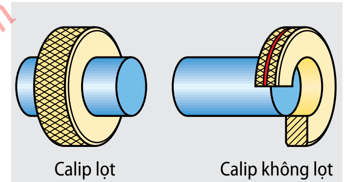
1. Tại sao thước thẳng và thước tóc đo góc có cạnh kiểm tra được mài bóng (mài nghiền)?
2. Tại sao kiểm tra với calip không thích hợp để điều chỉnh chất lượng, thí dụ khi tiện?
3. Tại sao calip hàm giới hạn không tương ứng với nguyên tắc Taylor?
4. Qua dấu hiệu nào người ta nhận biết được đầu không lọt của calip?
5. Tại sao đầu lọt của calip bị hao mòn nhanh hơn đầu không lọt?



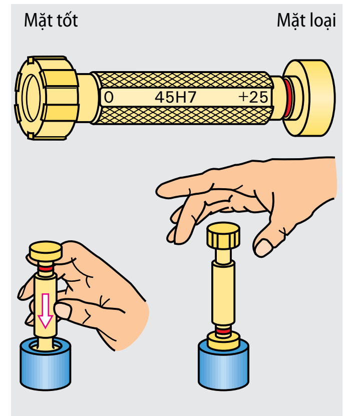
Hình 1: Cữ giới hạn Taylor



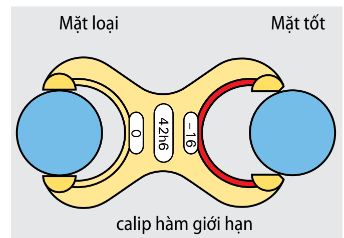
Hình 2: Calip giới hạn



Hình 3: Calip đo ngoài (Calip vòng cữ đo tròn trơn)



Hình 4: Calip đo trong (Cữ đo trụ)



Hình 5: Cữ đo hàm giới hạn cho hình trụ

■ Căn mẫu song phẳng (Khối cữ chuẩn hay can mẫu)

Căn mẫu song phẳng là mẫu kích thước chính xác nhất và quan trọng nhất để kiểm tra độ dài. Độ chính xác kích thước của căn mẫu tùy thuộc vào bậc dung sai và kích thước danh nghĩa (**Bảng 1** và **Hình 1**). Dung sai cho khoảng sai lệch t_v giới hạn sai lệch của độ phẳng và độ song song; sai lệch giới hạn t_e diễn tả sự sai lệch chiều dài cho phép so với kích thước danh nghĩa.

Bảng 1: Căn mẫu song phẳng (Trị số bằng µm cho kích thước danh nghĩa 10... 25 mm)			
Bậc dung sai	Dung sai cho khoảng sai lệch t_v	Sai lệch giới hạn của độ dài t_e	Ứng dụng
K	0,05	+ 0,3	Mẫu chuẩn dùng để hiệu chuẩn căn chuẩn và điều chỉnh các thiết bị đo chính xác và dưỡng.
0	0,1	+ 0,14	Chỉnh và hiệu chuẩn các thiết bị đo và dưỡng kiểm trong các phòng đo đạc có điều hòa không khí.
1	0,16	+ 0,3	Mẫu chuẩn thường được sử dụng nhiều nhất để kiểm tra trong các phòng đo đạc và trong sản xuất
2	0,3	+ 0,6	Mẫu chuẩn thường dùng để điều chỉnh và kiểm tra công cụ, máy móc và thiết bị gá lắp.

Căn mẫu đo ở **bậc hiệu chỉnh K** có sai số nhỏ nhất về độ phẳng và độ song song rất quan trọng cho phép đo chính xác và sự kết hợp các căn mẫu (**Hình 3**). Sai số giới hạn tương đối lớn của chiều dài được cân bằng lại bằng trị số bù K đã biết (trang 11). Với căn mẫu **cấp bậc dung sai K** và **0** người ta có thể gắn với nhau mà không cần dùng lực (**Hình 2**). Để sắp xếp một kết hợp căn mẫu người ta bắt đầu với căn mẫu nhỏ nhất (**Bảng 2** và hình 3). **Căn chuẩn bằng thép** được đẩy dính nhau sau một thời gian có khuynh hướng hàn lạnh với nhau**,** vì vậy phải tách chúng ra sau khi sử dụng.

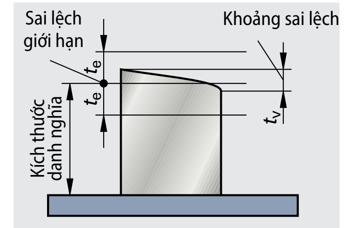
Căn mẫu đo bằng hợp kim cứng bị hao mòn ít hơn 10 lần so với căn chuẩn bằng thép. Điều bất lợi là độ giãn nở nhiệt của căn mẫu ít hơn 50%, có thể dẫn đến sai số đo cho vật gia công bằng thép. Hợp kim cứng có tính chất dính (chặt) nhau tốt nhất khi bị đẩy trượt.

Căn mẫu đo bằng gốm có độ giãn nở nhiệt giống như thép. Nó đặc biệt ít bị hao mòn, có sức bền chống vỡ và ăn mòn.

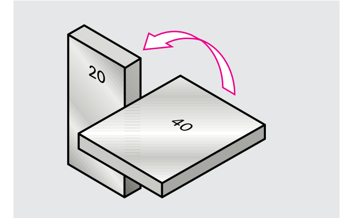
Với căn mẫu đo và chốt kiểm tra các thiết bị đo và dưỡng kiểm được kiểm tra (**Hình 4**). Bộ căn mẫu song phẳng thường có 46 phần, chia làm 5 nhóm theo kích thước (**Bảng 3**).

Qui tắc làm việc khi sử dụng căn mẫu

- Trước khi sử dụng không được lau sạch căn mẫu với chất không phải là sợi (giẻ lau bằng len).
- Vì sai số tổng cộng của nhiều căn mẫu, khi kết hợp nên dùng số lượng căn mẫu càng ít càng tốt.
- Căn mẫu bằng thép không được để dính vào nhau lâu hơn 8 tiếng đồng hồ vì nếu không chúng sẽ bị hàn lạnh.
- Sau khi sử dụng căn chuẩn bằng thép hoặc hợp kim cứng phải được làm sạch và bôi mỡ (mỡ vaselin không chứa axít).



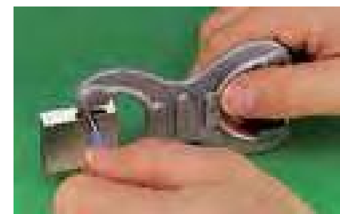
Hình 1: Sai lệch của căn mẫu



Hình 2: Đẩy dính căn mẫu



Hình 3: Sự kết hợp các căn mẫu



Hình 4: Kiểm tra calip hàm giới hạn với căn mẫu và chốt kiểm tra.

Bảng 2: Kết hợp kích thước	
Căn mẫu 1	1,003 mm
Căn mẫu 2	9,000 mm
Căn mẫu 3	50,000 mm
Kết hợp kích thước**:**	60,003 mm

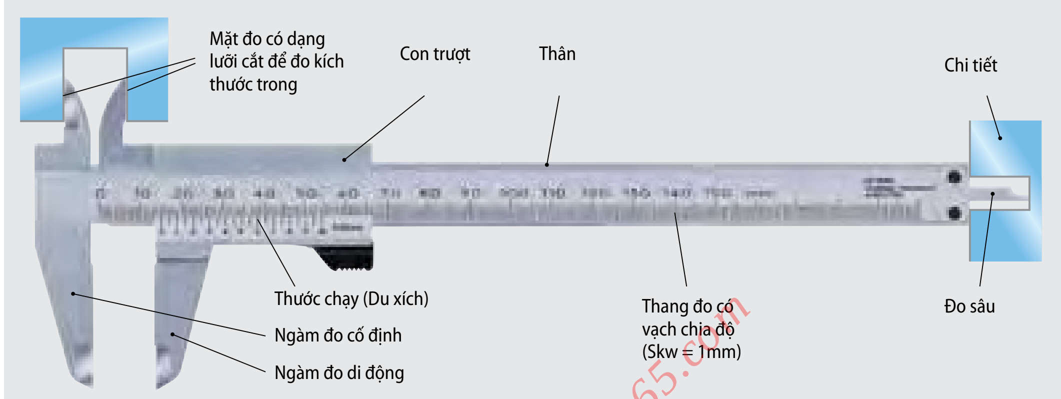
Bảng 3: Bộ căn mẫu (Bộ khối cữ chuẩn)		
Nhóm	Kích thước danh nghĩa	Bậc
1	1,001... 1,009	0,001
2	1,01... 1,09	0,01
3	1,1... 1,9	0,1
4	1... 9	1
5	10... 100	10

1.3.2 Thiết bị đo cơ và điện tử

Các dụng cụ đo cầm tay như thước cặp, đồng hồ so hay đồng hồ đo chính xác được thiết kế theo dạng cơ với giá thành rẻ hoặc được bố trí trong các hệ thống đo điện tử.

■ Thước cặp

Thước cặp là dụng cụ đo rất thông dụng trong ngành kim khí vì dễ sử dụng để đo kích thước ngoài, trong và độ sâu (**Hình 1**).



Hình 1: Thước cặp bỏ túi với thước chạy 1/20 mm

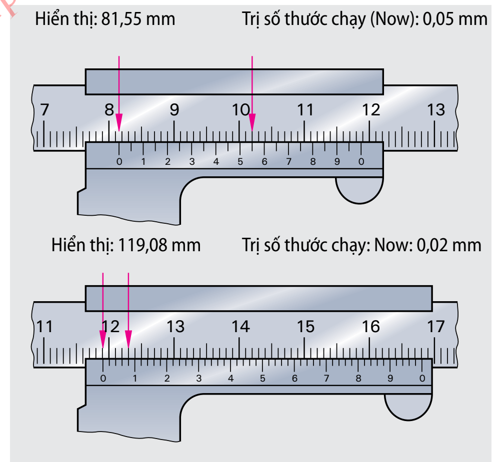
Thước cặp bỏ túi gồm có một thân với thang kẻ vạch chia milimét và một ngàm đo di động (con trượt) với một thước chạy (du xích, vecniê) (**Hình 1**). Khả năng đọc (kết quả đo) của thước chạy sinh ra từ sự khác biệt giữa độ phân chia chính trên thanh ray và độ phân chia của thước chạy.

Cho **thước chạy với độ chia 1/20 mm**, 39 mm được chia thành 20 phần (**Hình 2**). Qua đó cho ra trị số của thước chạy (**Now**) = **0,05 mm**, là sự thay đổi nhỏ nhất của độ lớn đo có thể hiển thị được.

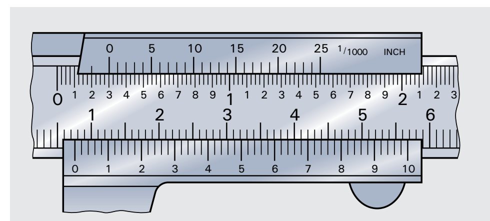
Thước chạy 1/50 đạt đến giới hạn nhìn rõ của mắt (**Hình 2**). Điều này và trị số của thước chạy = 0,02 mm (1/50 mm) thường dẫn đến việc đọc sai.

Thước chạy trong đơn vị Inch (1 in = 25,4 mm) có giá trị **thước chạy = 1/128 inch** hay **0,001 inch** (**Hình 3**).

> Khi đọc người ta xem đường vạch ở số 0 của thước chạy là dấu phẩy (Hình 2). Bên trái của đường vạch này ta đọc trị số nguyên bằng milimét trên thang đo và tìm bên phải của nó đường vạch nào của thước chạy trùng một cách rõ ràng nhất với một đường vạch của thang số ở thanh ray. Số lượng các khoảng cách của những vạch kẻ trên thước chạy cho biết trị số milimét sau dấu phẩy là 1/20 hay 1/50 thước chạy.



Hình 2: Đọc từ thước chạy (du xích) 1/20 và 1/50



Hình 3: Thước chạy (du xích) 1/1000-INCH và 1/50 mm

Thước cặp có đồng hồ biến chuyển động thẳng của phần trượt thành chuyển động tròn của kim chỉ (10 : 1 đến 50 : 1). Qua đó người ta có thể đọc nhanh và chắc chắn hơn số hiển thị so với thước chạy (**Hình 1**). Hiển thị thô của vị trí phần trượt tìm thấy trên thang vạch kẻ, hiển thị tinh trên thang đo tròn với giá trị chia của thang đo (độ chia) là 0,1 mm, 0,05 mm hoặc 0,02 mm.

■ Đo với thước cặp bỏ túi (Hình 2)

Ở **phép đo ngoài,** ngàm đo nên được đặt sâu vào chi tiết gia công. Cạnh đo có dạng lưỡi cắt chỉ được sử dụng để đo đường rãnh hẹp và rãnh chích.

Ở **phép đo trong,** trước tiên ngàm đo cố định được đặt vào lỗ, sau đó là chân đo di động. Khi ngàm đo giao nhau (mỏ chữ thập) thì trị số đo hiển thị trực tiếp, trong khi đó nếu dùng thước cặp công xưởng phải cộng thêm chiều ngang bậc của chân đo (mỏ đo)

Đo khoảng cách có thể được thực hiện với mặt mút của ngàm hoặc thanh đo chiều sâu. Trong cả hai trường hợp này phải lấy kích thước gần đúng rồi đặt thước cặp thẳng góc và thận trọng di chuyển con trượt.

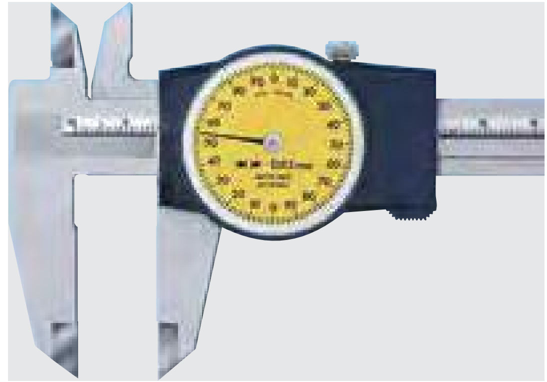
Bề được làm nhỏ lại của thanh đo chiều sâu nên nằm bên chi tiết gia công, để tránh sai lệch do chỗ bán kính chuyển tiếp hoặc do chất bẩn.

Đo độ sâu được thực hiện với thanh đo chiều sâu. Ở lỗ bậc và để tránh đặt nghiêng thì nên sử dụng cầu đo sâu.

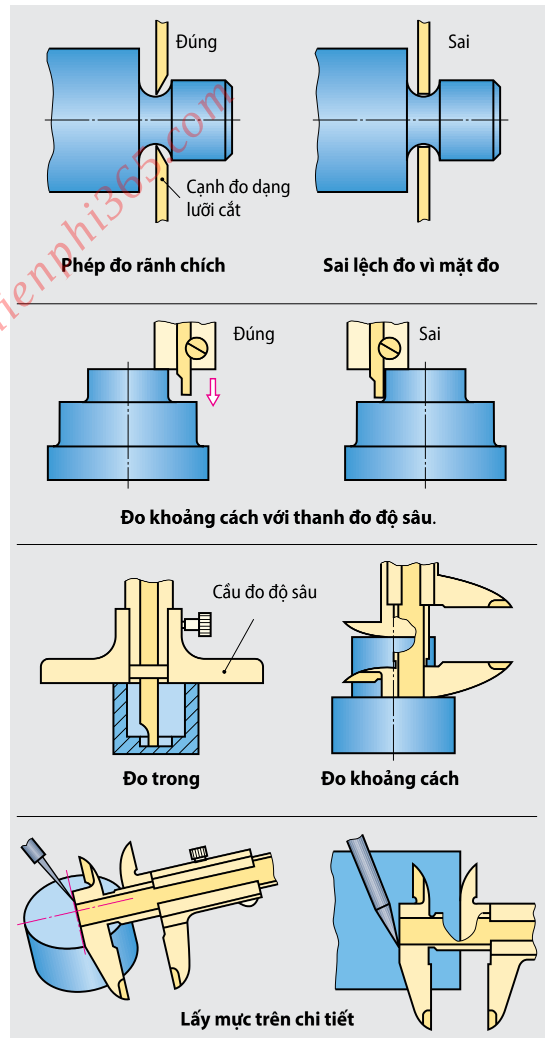
Giới hạn lỗi áp dụng cho phép đo với thước cặp mà không đổi chiều của lực đo, thí dụ như với phép đo ngoài thuần túy. Khi thực hiện phép đo trong **và** phép đo ngoài hoặc đo độ sâu ở cùng một chi tiết gia công thì dung sai sẽ lớn hơn.

Qui tắc làm việc cho phép đo với thước cặp

- Mặt kiểm tra và mặt đo phải sạch sẽ và không có ba via
- Nếu việc đọc kết quả ở vị trí đo gặp trở ngại, ta siết chặt ngàm di động với thang chạy của thước cặp cơ khí và lấy ra một cách cẩn thận.
- Nên tránh sai số vì ảnh hưởng của nhiệt độ, lực đo quá lớn (lỗi đổ nghiêng) và đặt thiết bị đo bị nghiêng.



Hình 1: Thước kẹp có đồng hồ



Hình 2: Cách thao tác thước cặp

Thước cặp điện tử giúp đọc nhanh và không sai sót nhờ hiển thị với số lớn (**Hình 1**). Ngoài phép đo tuyệt đối trong toàn phạm vi đo có thể chọn phép đo chênh lệch và các chức năng khác:

- Mở/tắt và chỉnh "0" ở bất kỳ vị trí nào, có nghĩa là chỉnh cho hiển thị về 0,00 (C/ON)
- Chọn chức năng (M = phương thức), thí dụ chuyển đổi mm/inch, đo tuyệt đối hoặc đo chênh lệch *(đo so sánh)*, khóa hiển thị số đo v...v.
- Cho trước trị số dung sai (○>)

Một thiết bị phát sóng nhỏ được gắn vào máy đo có thể truyền trị số đo bằng tia hồng ngoại.

Với chức năng "đo chênh lệch" và qua việc chỉnh "0" của hiển thị ở vị trí bất kỳ làm cho nhiều phép đo đơn giản hơn (**Bảng 1**)**:** sự khác biệt của độ lớn đo với trị số đã được định trước hoặc sự khác biệt giữa hai trị số đo không cần phải tính toán nữa mà được hiển thị trực tiếp.

Một mạch điện tiết kiệm tự động và việc tắt máy sau 2 tiếng sẽ giữ cho bộ pin được nghỉ.



Hình 1: Thước cặp điện tử

Bảng 1: Khả năng đo của thước cặp điện tử

Đo độ lệch Độ lệch với kích thước danh nghĩa được hiển thị đúng dấu hiệu bằng cách so sánh căn mẫu chuẩn.	0.00 24 Chỉnh "0" -0.17
Đo lắp ghép (độ hở hoặc độ dôi) Độ hở hoặc độ dôi được hiển thị trực tiếp qua phép đo so sánh	0.00 Chỉnh "0" 0.03
Đo khoảng cách các lỗ khoan và các trục Khoảng cách giữa các lỗ khoan với cùng đường kính có thể hiển thị trực tiếp, khi trước tiên đo lỗ khoan, hiển thị chỉnh "0" và sau đó đo khoảng cách lớn nhất của các lỗ khoan.	0.00 Chỉnh "0" 28.14
Đo độ dày của thành, vách Độ dày của vách đáy được hiển thị bằng phép đo so sánh với chiều sâu của lỗ khoan.	0.00 Chỉnh "0" 4.05
Đo ở vị trí khó tiếp cận Khóa hiển thị số đo khi di chuyển các ngàm đo để có thể đọc ở vị trí dễ nhìn hơn.	23.74 Khóa hiển thị số đo

Pan me (Vi kế)

Phần quan trọng nhất của pan me cơ là trục đo đã được mài (**Hình 1**). Nó tượng trưng cho kích thước qua bước ren 0,5 mm. Khi thang đo hình trống quay được 1 vạch của 50 đường chia, thì trục đo được đẩy đi 0,5 mm: 50 = 0,01 mm. Trị số 1/100 milimét có thể được đọc trên thang đo hình trống (**Hình 2**).

Ở pan me khung (Pan me đo ngoài), độ chia thường bằng 0,01 mm.

Qua trục đo, không chỉ việc hiển thị được phóng lớn mà lực đo cũng được nâng mạnh lên. Do đó một khớp ly hợp giới hạn lực đo từ 5 N đến 10 N, với điều kiện người ta quay trục đo tiến đến chi tiết gia công một cách từ từ qua khớp ly hợp.

Phạm vi đo thường là: 0... 25 mm (cho vít đo cán cong điện tử 0... 30 mm), 25... 50 mm, 50... 75 mm đến 275... 300 mm.

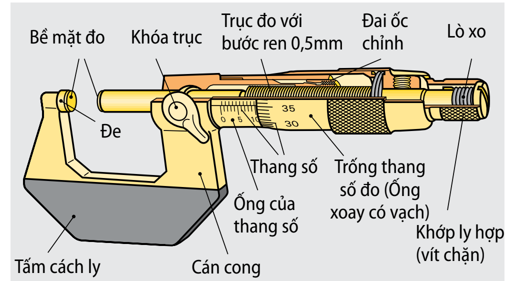
Pan me khung điện tử (Hình 3)

Hệ thống đo điện tử có thể:

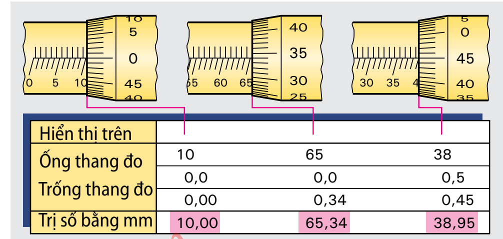
- Trị số của 2 số liên tiếp *(Độ chia)* Zw = 0,001 mm
- Chỉnh “0“ ở vị trí bất kỳ (ZERO), để thực hiện phép đo chênh lệch *(sai biệt, so sánh)*.
- Chọn chức năng (M = phương thức), thí dụ chuyển đổi mm/in (inch), đo tuyệt đối (ABS) hoặc đo chênh lệch, khóa hiển thị.
- Chỉnh trước dung sai.
- Truyền trị số đo bằng tia hồng ngoại (hoặc vô tuyến) khi nhấn nút ở máy tính cá nhân.

Các ảnh hưởng vào sai số đo

- Sai lệch về bước ren của trục đo cũng như sai lệch về độ song song và độ phẳng của các mặt đo (**Hình 4**)
- Sự uốn cong của cán cong vì lực đo
- Sự sai biệt với nhiệt độ chuẩn
- Quay trục đo quá nhanh



Hình 1: Hình cắt vi kế (pan me)



Hiển thị trên			
Ống thang đo	10	65	38
	0,0	0,0	0,5
Trống thang đo	0,00	0,34	0,45
Trị số bằng mm	10,00	65,34	38,95

Hình 2: Thí dụ đọc số



Hình 3: Pan me điện tử (Vi kế điện tử)



Hình 4: Kiểm tra độ song song và độ phẳng của mặt đo bằng kính kiểm tra với mặt phẳng song song

Ôn tập và đào sâu

1. Người ta có thể kết hợp với các căn mẫu song phẳng nào để thành chiều dài 97,634 mm?
2. Sự khác biệt giữa căn mẫu song phẳng có bậc dung sai “K“ và “0“?
3. Tại sao căn chuẩn bằng thép không được để ghép dính với nhau cả ngày?
4. Lợi điểm của việc chỉnh “0“ cho hiển thị ở thước cặp điện tử?
5. Tại sao không nên quay nhanh trục đo của pan me vào chi tiết gia công?

■ Dụng cụ đo trong

Pan me đo trong với 2 điểm tiếp xúc không thể tự điều chỉnh tâm của lỗ khoan (**Hình 1**). Do đó nó chỉ được sử dụng cho kích thước trong lớn và ưu tiên để nắm bắt sự sai lệch độ tròn của hình bầu dục *(hình trái xoan)*. Trái lại sai biệt độ tròn của chi tiết có 3 vòng cung *(như hình dày đều hay hình méo đều)* bắt nguồn từ sự biến dạng trong mâm cặp 3 chấu *(3 vấu)* với 2 điểm tiếp xúc không chỉ ra sự khác biệt đường kính vì luôn luôn ta chỉ đo được đường kính trung bình.

Thiết bị đo trong với 2 điểm tiếp xúc và **cầu định tâm** *(cầu chỉnh tâm)* tự định tâm bằng cầu định tâm một cách tự động (**Hình 2**). Khi chỉnh hướng theo trục ngang phải di chuyển thiết bị đo qua lại như con lắc để tìm điểm đảo nơi kích thước nhỏ nhất.

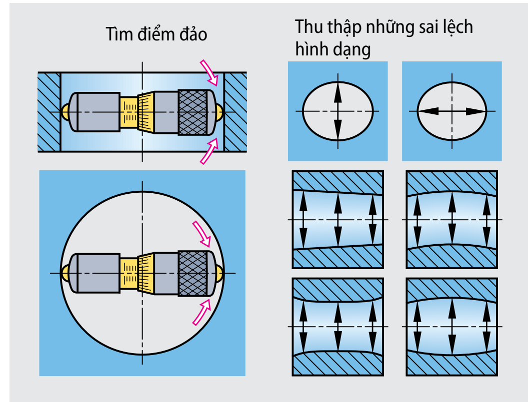
Thiết bị đo trong với 2 điểm tiếp xúc và cầu định tâm đạt được sự chính xác cao khi đo lặp lại, có nghĩa là độ phân tán của phép đo nhỏ. Sự sai lệch độ đồng tâm cũng được hiển thị qua cầu định tâm rộng

Các thiết bị đo trong với 3 đường tiếp xúc của trục đo có lợi điểm là tự định tâm trong lỗ khoan và tự chỉnh hướng trục.

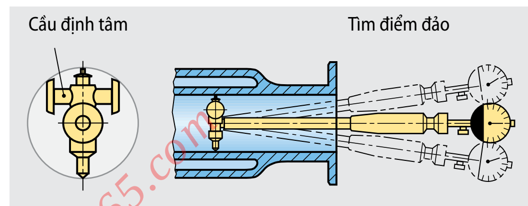
Vít đo trong tự định tâm đạt được vị trí chắc chắn cho trục đo sau 3 lần liên tục quay trục đo bằng bánh cóc (**Hình 3**). **Các thiết bị đo trong với đòn bẩy điều khiển,** được gọi là súng đo hoặc thiết bị đo nhanh bên trong (**Hình 4**), không cần bánh cóc vì chốt (bu lông) đo luôn luôn được ấn vào thành lỗ khoan với cùng một lực đo. Bởi vì độ tin cậy của giá trị đo và sự đo nhanh, thiết bị đo này là lý tưởng cho việc kiểm tra hàng loạt trong sản xuất. Các đồng hồ đo cơ khí hoặc điện tử với độ chia bằng 1 µm được xem là thiết bị có hiển thị thích hợp.

Sự tiếp xúc với 3 đường cho phép tự định tâm và tự chỉnh trục trong lỗ khoan một cách tối ưu.
Sự sai lệch độ tròn hoặc độ trụ tạo ra sự khác biệt của đường kính.

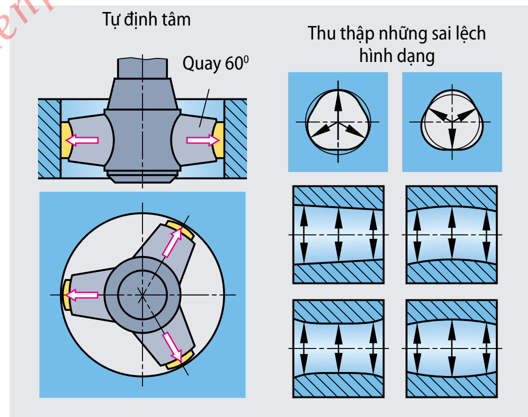
Để đo sự khác biệt, thiết bị đo trong được điều chỉnh với vòng điều chỉnh đã được mài bóng (mài nghiền) theo kích thước danh nghĩa của lỗ khoan và người ta so sánh đường kính của lỗ đo với kích thước danh nghĩa của lỗ.



Hình 1: Vít đo trong (**2 điểm tiếp xúc**)



Hình 2: Thiết bị đo trong với 2 điểm tiếp xúc và cầu định tâm.



Hình 3: Vít đo trong tự định tâm với 3 đường tiếp xúc



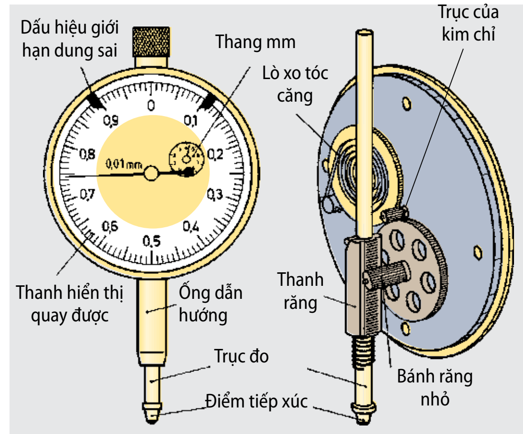
Hình 4: Thiết bị đo trong nhanh tự định tâm với 3 đường tiếp xúc

■ Đồng hồ đo (Đồng hồ so, thước đo có mặt số)

Các đồng hồ đo cơ khí phóng lớn hiển thị bằng thanh răng và các đĩa răng (**Hình 1**). Phạm vi đo của đồng hồ đo (với trị vạch đo hay *độ chia* Skw = 0,01 mm) thường là 1 mm, 5 mm và 10 mm.

Đồng hồ đo tinh *(Đồng hồ đo chính xác)* đo chính xác hơn vì có hệ truyền dẫn giống như đồng hồ đo chính xác. Sai số đo nhỏ hơn và phạm vi đo nhỏ bằng 1 mm có thể cho phép độ chia của thang đo Skw = 1 µm. Bộ phận hiển thị của thang đo có thể quay để chỉnh 0 ở vị trí bất kỳ.

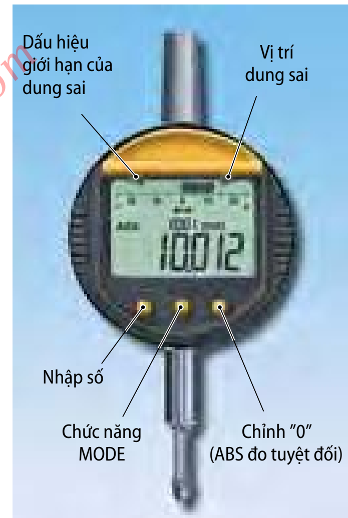
So với đồng hồ đo cơ khí, **đồng hồ đo điện tử** (**Hình 2**) có thêm nhiều **chức năng** (**MODE**):



Hình 1: Đồng hồ đo cơ khí

- Chọn độ chia (trị số giữa 2 số liên tiếp) (*Zw* = 0,001 mm hoặc 0,01 mm) và phạm vi đo cũng như đổi từ mm sang inch.
- Lựa chọn giữa đo tuyệt đối (ABS) hoặc đo khác biệt (DIFF) hoặc chỉnh "0" ở bất kỳ vị trí nào trong phạm vi đo (RESET hoặc ZERO)
- Cho trước (PRESET) trị số dung sai và hướng đo (+ có nghĩa hiển thị lớn lên khi trục đo đi vào)
- Chức năng lưu trữ; trị số đo hiện thời, trị số lớn nhất, trị số nhỏ nhất, hiệu số giữa trị số lớn nhất - trị số nhỏ nhất, thí dụ ở kiểm tra độ đảo
- Đầu ra dữ liệu để xử lý số liệu đo
- Hiển thị bằng hình vị trí dung sai ở thang vạch kẻ.

Ở một vài đồng hồ đo điện tử, thêm vào việc nhập những giới hạn dung sai người ta còn có thể chỉnh bằng cơ các dấu cho giới hạn dung sai (Hình 2). Cấp của trị số đo được hiển thị bằng điôt chiếu sáng, xanh lá cây cho "tốt", vàng cho "làm lại" và đỏ cho "bị loại". Thông thường bảng phím bấm và bảng hiển thị có thể quay 270^0.



Hình 2: Đồng hồ đo điện tử

Lúc đo độ đảo, độ đảo mặt đầu và độ phẳng trị số đo di động giữa trị số lớn nhất và trị số nhỏ nhất (**Hình 3**). Sự di chuyển ngược chiều của trục đo sinh ra **khoảng đổi chiều trị số đo f_u *(trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều)*** vì khi đo cùng một độ lớn, lúc trục đo đi ra có hiển thị lớn hơn lúc trục đo đi vào. (Bảng 1, trang 12). Nguyên nhân là do sự ma sát của trục đo ở đồng hồ đo cơ khí làm lực đo lớn hơn khi trục đo đi vào và nhỏ hơn khi trục đo đi ra.

Qui tắc làm việc khi đo với đồng hồ đo

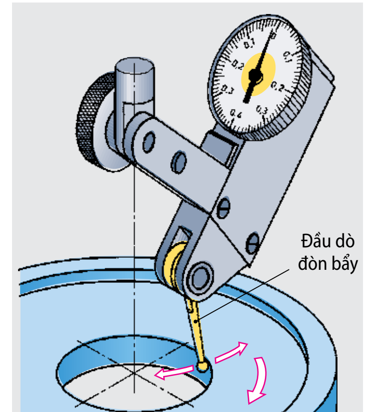
- Khi đo độ đảo và độ đảo mặt đầu người ta cần các thiết bị đo với trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều càng nhỏ càng tốt. Như thế đồng hồ đo điện tử (f_u = 2 µm), đồng hồ đo tinh (f_u = 1 µm) và đồng hồ đo chính xác (f_u = 0,5 µm) là thích hợp.
- Có thể tránh trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều, thí dụ chỉ đo khi trục đo đi ra. Như thế các đồng hồ đo cơ khí và thiết bị đo với đòn tiếp xúc (f_u = 3 µm) cũng thích hợp.
- Trục đo không được tra dầu, không bôi mỡ.



Hình 3: Kiểm tra độ đảo

■ Thiết bị đo với tay đòn tiếp xúc

Các thiết bị đo với đầu dò đòn bẩy là thiết bị đo so sánh được sử dụng rất đa dạng (**Hình 1**). Trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều *(khoảng đổi chiều trị số đo)* bằng 3 µm như đồng hồ đo. Mặc dầu trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều tương đối lớn, thiết bị đo với đầu dò đòn bẩy không thể thiếu được cho việc đo đạc trên bàn kiểm tra (bàn rà) cũng như đo sự sai lệch về hình dạng, địa điểm và vị trí. Nhờ sự đảo mạch tự động trong cơ cấu đo nên có thể đo ở hai hướng. Qua đó hướng di chuyển của kim chỉ luôn luôn giống nhau.



Hình 1: Định tâm của lỗ khoan với thiết bị đo đầu rà

Ứng dụng

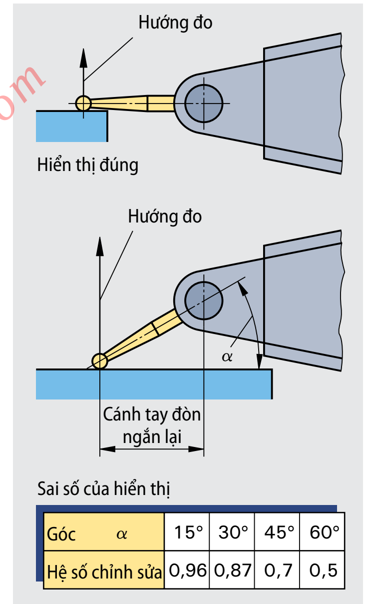
- Đo sự sai lệch: độ đảo, độ đảo mặt đầu, độ phẳng, độ song song và vị trí.
- Định tâm của trục hoặc lỗ khoan của chi tiết gia công.
- Chỉnh đúng độ song song hay vuông góc cho các chi tiết hoặc thiết bị phụ trợ đo đạc.

> Nhờ đầu tiếp xúc có thể xoay được nên thiết bị đo với đầu dò đòn bẩy rất thích hợp cho phép đo ở các vị trí khó tiếp cận. Lực đo chỉ bằng khoảng 1/10 lực đo của đồng hồ đo. Lực đo nhỏ có lợi khi đo những vật mà hình dạng không ổn định.

Hướng dẫn cách ứng dụng

- Khi vị trí của đầu tiếp xúc song song với mặt kiểm tra thì trị số đo đúng, không cần chỉnh sửa (**Hình 2**).
- Khi vị trí không song song, chiều dài tác dụng của cánh tay đòn thay đổi. Tùy thuộc vào góc α, trị số hiển thị được chỉnh sửa (Hình 2).

Thí dụ: Góc tấn (góc lệch) α của đầu tiếp xúc ước lượng là 30⁰, như vậy hệ số chỉnh sửa là 0,87. Trị số hiển thị là 0,35 mm.
Trị số đo được chỉnh sửa = 0,35 mm . 0,87 = **0,3 mm**



Góc α	15°	30°	45°	60°
Hệ số chỉnh sửa	0,96	0,87	0,7	0,5

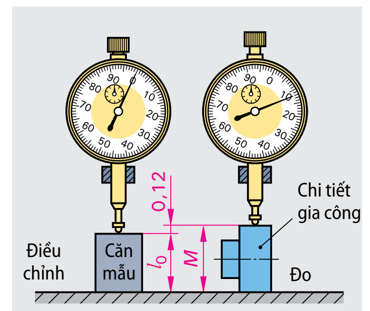
Hình 2: Ảnh hưởng của góc tấn (góc lệch) vào trị số đo

■ Phép đo khác biệt (Phép đo chênh lệch)

Đồng hồ đo, thiết bị đo với tay đòn tiếp xúc và đồng hồ đo chính xácị thường được sử dụng để đo khác biệt vì chúng có phạm vi đo nhỏ (**Hình 3**).

> Đo khác biệt dựa vào sự so sánh độ lớn đo với kích thước danh nghĩa đã được đặt trước của nó.
> Tương ứng với khoảng đo nhỏ ở phép đo khác biệt sai số hệ thống cũng sẽ nhỏ.

Để đo khác biệt các thiết bị đo phải được điều chỉnh với căn mẫu hoặc với các chuẩn khác theo kích thước danh nghĩa của độ lớn đo được của chi tiết gia công. Sau khi chỉnh "0" của hiển thị thì lúc đo có thể đọc trực tiếp kích thước khác biệt so với kích thước danh nghĩa. Chỉnh "0" có thể thực hiện bằng thiết bị chỉnh tinh của chân đo, bằng cách nhấn nút cho đồng hồ đo điện tử và đồng hồ đo chính xác và bằng cách quay hiển thị thang đo cho đồng hồ đo cơ khí.



Hình 3: Đo khác biệt

■ Đồng hồ đo chính xác

Đồng hồ đo chính xác cơ khí (calip mặt số chính xác) thích hợp với công việc đo đạc với độ chính xác mà các đồng hồ đo bình thường không đạt được. Phần lớn nó có độ chia là 1 µm.

Cách thức truyền dẫn tốt hơn của đồng hồ đo chính xác đối với với đồng hồ so (shore) trước hết là nhờ ở phần bánh xe răng chính xác (là cánh tay đòn truyền dẫn chuyển động) và nhờ qua ổ bi của trục đo (**Hình 1**). Qua đó kim chỉ số không xoay được nguyên vòng tròn, nhưng khoảng đảo ngược trị số đo (trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều) có thể nhỏ. Phạm vi đo thường là 50 µm hoặc 100 µm.

Đồng hồ đo chính xác điện tử (**Hình 2**) có cùng những chức năng đo (MODE) như đồng hồ đo điện tử (Hình 2, trang 26).

Sự khác biệt so với đồng hồ đo là:

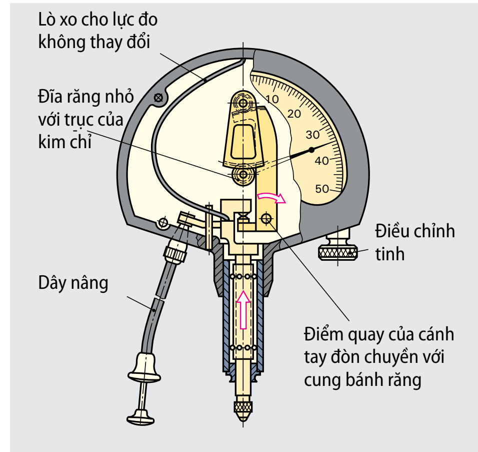
- Hệ thống đo cảm ứng chính xác hơn, trị số giữa 2 số liên tiếp có thể là 1 µm, 0,5 µm hay 0,2 µm
- Khoảng sai số nhỏ f_e = 0,6 µm (0,3 µm) và trị số đo độ rơ lúc nghịch chiều tương ứng f_u < 0,5 µm

Số liệu đo của đồng hồ đo chính xác điện tử và đồng hồ đo có thể được truyền qua dây cáp hoặc qua máy phát tín hiệu vô tuyến hay tia hồng ngoại đươc gắn trên thiết bị đo vào máy tính.

Đồng hồ đo chính xác là thiết bị đo cầm tay cơ khí hoặc điện tử chính xác nhất. Khoảng đảo ngược trị số đo của nó lớn nhất là 0,5 µm. Do đó nó rất thích hợp để đo độ đồng tâm, độ đảo mặt đầu, độ thẳng và độ phẳng.

Ôn tập và đào sâu

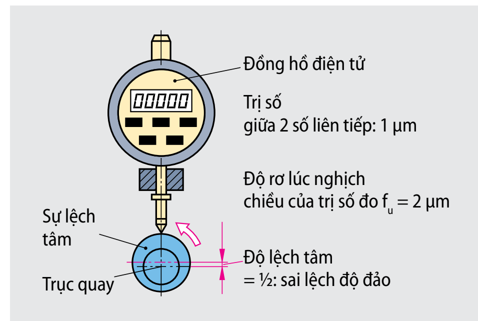
1. Tại sao vít đo trong với 3 đường tiếp xúc chính xác hơn vít đo trong với 2 điểm tiếp xúc?
2. Tại sao chỉ nên đo với đồng hồ đo ở một chiều di chuyển của vít đo?
3. Tại sao thiết bị đo với đòn tiếp xúc rất thích hợp để định tâm và kiểm tra độ đảo của lỗ khoan?
4. Tại sao đồng hồ đo chính xác thuận lợi hơn đồng hồ đo khi kiểm tra độ tròn và độ đảo?
5. Khi kiểm tra độ đảo một đồng hồ đo điện tử (hình 3) chỉ báo trị số lớn nhất là + 12 µm và trị số nhỏ nhất là – 2 µm. Sai số độ đảo là bao nhiêu ($f_L = M_{wmax} - M_{wmin}$)?



Hình 1: Đồng hồ đo chính xác cơ khí



Hình 2: Đồng hồ đo chính xác điện tử



Hình 3: Kiểm tra độ đảo và độ lệch tâm

KHUYẾN KHÍCH
MUA SÁCH
ĐỂ ĐỌC

290	Werkstoffprüfungen	Kiểm tra vật liệu	Material testing
238, 328	Werkstofftechnik	Kỹ thuật vật liệu	Materials science
528	Werkstücknullpunkt	Điểm gốc phôi gia công	Workpiece zero
149	Werkstückspannung beim Drehen	Kẹp phôi trong tiện	Work holding in turning operations
538	Werkzeug (NC), Aufruf	Lệnh gọi (điều khiển) dụng cụ trong NC	Tool function (NC)
547	Werkzeug-Bahnkorrektur	Hiệu chỉnh đường đi của dụng cụ (cắt gọt)	Tool path compensation
530	Werkzeugkorrekturen	Chỉnh dụng cụ	Tool compensations
336	Werkzeugmaschinen	Máy công cụ	Machine tools
357	Werkzeugmaschinen, Abnahme	Nghiệm thu máy công cụ	Acceptance of machine tools
355	Werkzeugmaschinen, Aufstellung	Lắp đặt máy công cụ	Installation of machine tools
266	Werkzeugstähle	Thép dụng cụ	Tool steels
127	Werkzeugsysteme beim Bohren	Hệ thống dụng cụ trong khoan	Tool systems for drilling operations
141	Werkzeugsysteme beim Drehen	Hệ thống dụng cụ trong tiện	Tool systems for turning operations
538	Werkzeugträger-Bezugspunkt	Điểm chuẩn giá mang dụng cụ Điểm chuẩn (điểm mốc, điểm quy chiếu, điểm tựa) của giá đỡ dụng cụ	Workpiece holder reference point
530	Werkzeug-Vermessung	Đo đạc dụng cụ	Tool gauging
141	Werkzeugwahl beim Drehen	Lựa chọn dụng cụ trong tiện	Tool selection in turning
473	Wertetabelle	Bảng dữ liệu, bảng số liệu	Primary data
571	Widerstand, elektrischer	Điện trở	Electrical resistance
228	Widerstandspressschweißen	Hàn ép điện trở	Resistance pressure welding
223	WIG-Schweißen	Hàn WIG, hàn với khí trộn Argon, Helium/Hàn với điện cực bằng Wolfram	TIG welding
564	WINDOWS	Hệ điều hành WINDOWS	WINDOWS® operating system (OS)
52	Winkelprüfung	Kiểm tra góc	Checking of angles
332	Wirkungsgrad	Hiệu quả	Efficiency
298	Wöhlerkurve	Biểu đồ Wöhler	Stress-number curve (Woehler curve)
255	Wolfram, Legierungselement	Wolfram, thành phần của hợp kim	Tungsten as alloying element
224	Wolfram-Plasmaschweißen	Hàn plasma-Wolfram	Tungsten plasma welding
551	WOP	Hệ lập trình WOP (Werkstatt-Orientiertes-Programmieren), lập trình định hướng theo xưởng máy	Workshop-oriented programming (WOP)
242	Zähigkeit	Độ dai	Toughness
561	Zahlensysteme	Hệ thống số	Numbering systems
431	Zahnrad mit Zahnstange	Bánh răng với thanh răng	Toothed wheel with toothed rack
414	Zahnräder	Bánh răng	Gearwheels
497	Zahnradpumpen	Máy bơm bánh răng	Gear pumps
411	Zahnriemen	Dây đai răng	Toothed belt
499	Zahnring-Hydromotor	Động cơ thủy lực vòng răng	Toothed-ring hydraulic motor
380	Zahnwellen-Verbindungen	Nối kết bằng trục then hoa/Kết nối trục bằng then vạn năng	Toothed-shaft connections
519	Zeitfunktionen	Bộ định thời, mạch định thời/Chức năng thời gian	Timer
314	Zeitstand-Zugversuch	Thử nghiệm kéo biến dạng với lực kéo không đổi trong thời gian dài	Tensile creep test
514	Zentralbaugruppe (SPS)	Bộ xử lý trung tâm (Điều khiển lôgic lập trình)	Central processing unit (PLC)
127	Zentrierbohrer	Mũi khoan tâm	Centring drill
244	Zerspanbarkeit	Khả năng gia công được	Machinability
299	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung	Thử nghiệm không phá hủy vật liệu/Kiểm tra vật liệu không phá hủy	Non-destructive material testing
79	Zertifizierung	Sự chứng nhận	Certification
97	Ziehfehler	Lỗi khi kéo (vuốt) như vết nứt ở đáy, có nếp hoặc bề mặt có rãnh	Drawing errors
97	Ziehstufen	Các cấp của phương pháp vuốt	Drawing steps
96	Ziehverhältnis	Tỷ lệ kéo	Drawing ratio
272	Zinklegierungen	Hợp kim kẽm	Zinc alloys
286	Zinnlegierungen	Hợp kim thiếc	Tin alloys
96	Zugdruckumformen	Biến dạng kéo-nén	Tension-pressure forming
243, 292, 457	Zugfestigkeit	Độ bền kéo	Tensile strength
429	Zugmittel-Getriebe	Bộ truyền động bằng phương tiện kéo (dây đai, xích)	Belt or chain gear
291	Zugspannung	Ứng suất kéo	Tensile stress
371	Zugspannung, zulässige	Ứng suất kéo cho phép	Tensile stress, admissible
150	Zugspannzange	Kẹp đàn hồi kéo, kẹp đàn hồi rút	Draw-in collet chucks
314	Zugversuch, Kunststoffe	Thử nghiệm kéo với chất dẻo	Tensile test with plastics
291	Zugversuch, Metalle	Thử nghiệm kéo với kim loại	Tensile test with metals
385	Zündpunkt von Schmierstoffen	Điểm cháy của chất bôi trơn	Ignition point of lubricants
513	Zuordnungsliste	Bảng phân bổ thiết bị với đầu vào và đầu ra của PLC (Điều khiển lôgic lập trình)/Bảng sắp đặt, bảng gán	Assignment list
486	Zweidruckventil	Van áp suất kép/Van áp lực đôi, Van AND, van nhấn kép	Dual-pressure valve
486	Zweihandbedienung	Điều khiển bằng hai tay	Two-hand operation
462	Zweipunktregelung	Điều khiển hai vị trí, điều khiển hai điểm	Two-position control
537	Zyklen (NC)	Chu trình làm việc (NC)	Cycles (NC)
481	Zylinder, doppelt wirkende	Xi lanh tác động hai chiều	Double-acting cylinders
481	Zylinder, einfach wirkende	Xi lanh tác động một chiều	Single-acting cylinders
498	Zylinder, hydraulische	Xi lanh thủy lực	Hydraulic cylinders
482	Zylinder, kolbenstangenlose	Xi lanh, pittông không trục/Xi lanh, ben không ti	Rodless cylinders
481	Zylinder, pneumatische	Xi lanh khí nén	Pneumatic cylinders
368	Zylinderschrauben	Vít lục giác chìm	Cap screws
376	Zylinderstifte	Chốt trụ	Straight pins
57	Zylindrizitätsmessung	Đo độ tròn,độ đảo	Checking of cylindricity

Chuyên ngành CƠ KHÍ

Nhiều tác giả

Chịu trách nhiệm xuất bản: NGUYỄN MINH NHỰT • *Chịu trách nhiệm nội dung*: NGUYỄN THẾ TRUẬT • *Biên tập:* HẢI VÂN - MAI LY • *Bìa:* ALICE NGUYỄN THANH LAM • *Sửa bản in:* MAI LY • *Kỹ thuật vi tính:* MAI KHANH

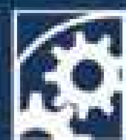
NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

• 161B Lý Chính Thắng - Quận 3 - Thành phố Hồ Chí Minh • ĐT: 39316289 - 39316211 - 38465595 - 38465596 - 39350973
• Fax: 84.8.38437450 - E-mail: nxbtre@ hcm.vnn.vn • Website: http://www.nxbtre.com.vn

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN TRẺ TẠI HÀ NỘI

• Số 21, dãy A11, khu Đầm Trấu, p. Bạch Đằng, q. Hai Bà Trưng, Hà Nội • ĐT: (04)37734544 - Fax: (04)35123395
• E-mail: chinhanh@nxbtre.com.vn

Khổ 17 x 24cm, số 252 - 2013/CXB/10-25/Tre. Quyết định xuất bản số 111A/QĐ-Tre, ngày 19 tháng 3 năm 2013.
In 1.000 cuốn, tại Công ty Cổ phần In Gia Định. In xong và nộp lưu chiểu quý I/2013.



Tủ sách học nghề NHẤT NGHỆ TINH

Nhằm đáp ứng phần nào nhu cầu cấp bách về lực lượng công nhân lành nghề được đào tạo bài bản cả về lý thuyết lẫn thực hành tại Việt Nam, **Quỹ Thời báo Kinh tế Sài Gòn** (Saigon Times Foundation – STF) và **Ủy ban tương trợ người Việt Nam tại Cộng hòa liên bang Đức** cùng **Nhà xuất bản Trẻ** phối hợp thực hiện tủ sách học nghề **NHẤT NGHỆ TINH.**

Nước Đức nổi tiếng thế giới về cơ khí máy móc với hệ thống dạy nghề vừa học vừa làm rất thiết thực, điều này thể hiện rõ trong sách học nghề của họ mà điển hình nhất là tủ sách nghề của Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel mà chúng tôi đã mua bản quyền để xuất bản tại Việt Nam lần này.

Quyển *Chuyên ngành Cơ khí* này là một trong những quyển sách bán chạy nhất của Nhà xuất bản Europa-Lehrmittel. Sách gồm 8 chương lý thuyết, 13 phần thực tập và thư mục thuật ngữ chuyên môn kỹ thuật chi tiết nhằm phục vụ cho việc đào tạo và nâng cao trình độ trong nghề cơ khí.

Thiết kế: Alice Nguyen Thanh Lam
Nguyên tác: FACHKUNDE METALL
Theo tác quyền của Nhà xuất bản EUROPA - LEHRMITTEL
Tủ sách này được hợp tác thực hiện bởi
Ủy ban tương trợ người Việt tại CHLB Đức (VSW) và Saigon Times Foundation (STF)

